مقدمة عامة عن المشروع :

المشروع عبارة عن برج سكني يقع في منطقة حمص الجديدة (الوعر) ، تبلغ مساحة العقار $1377\ m^2$.

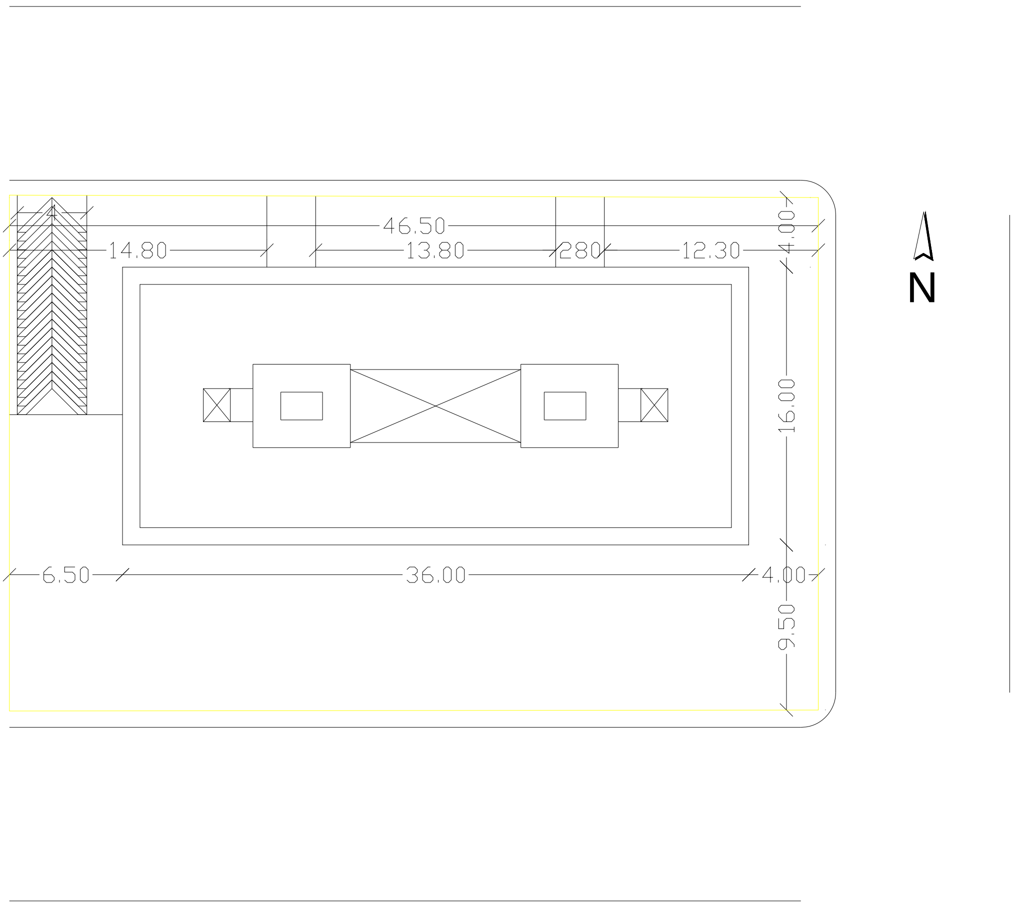
يتضمن المشروع الدراسة الإنشائية والزلزالية للبرج وفق الطريقة الحدية .

يتألف البناء من الأقسام التالية :

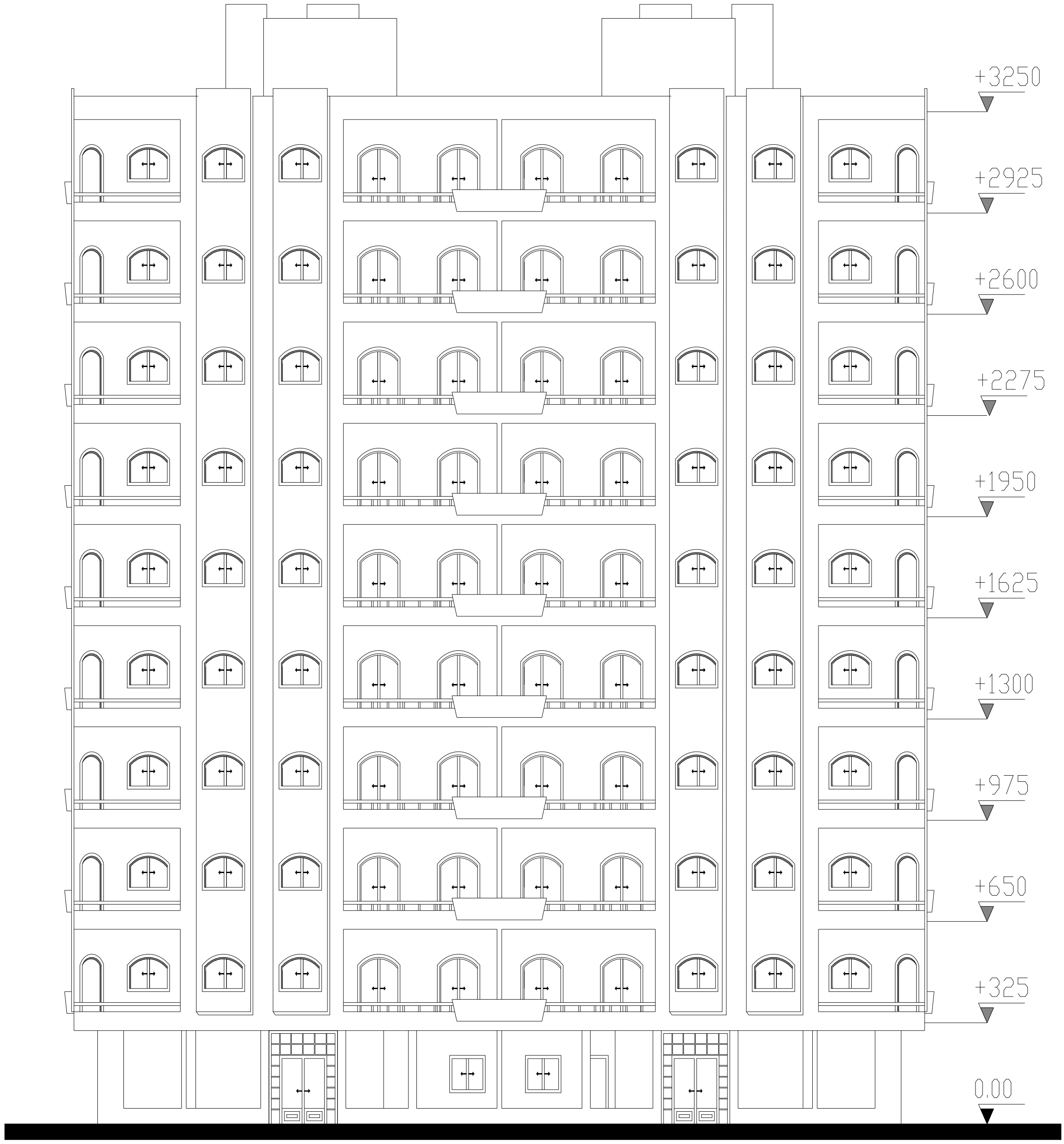
- قبو يتضمن ملجأ مساحته $240\ m^2$ وكراج سيارات بسعة 27 سيارة بمنسوب (-3 m)
- طابق أرضي مساحته $470\ m^2$ ومنسوبه (0.00 m) وارتفاعه 3.25 m .
- تسعة طوابق متكررة مساحة كل منها 576 m2 والارتفاع الطابقي 3.25 m .

يتم وصول السيارات إلى الكراج عبر بلاطة بيتونية مسلحة تنخفض نزولاً من الشارع العام حتى الكراج .

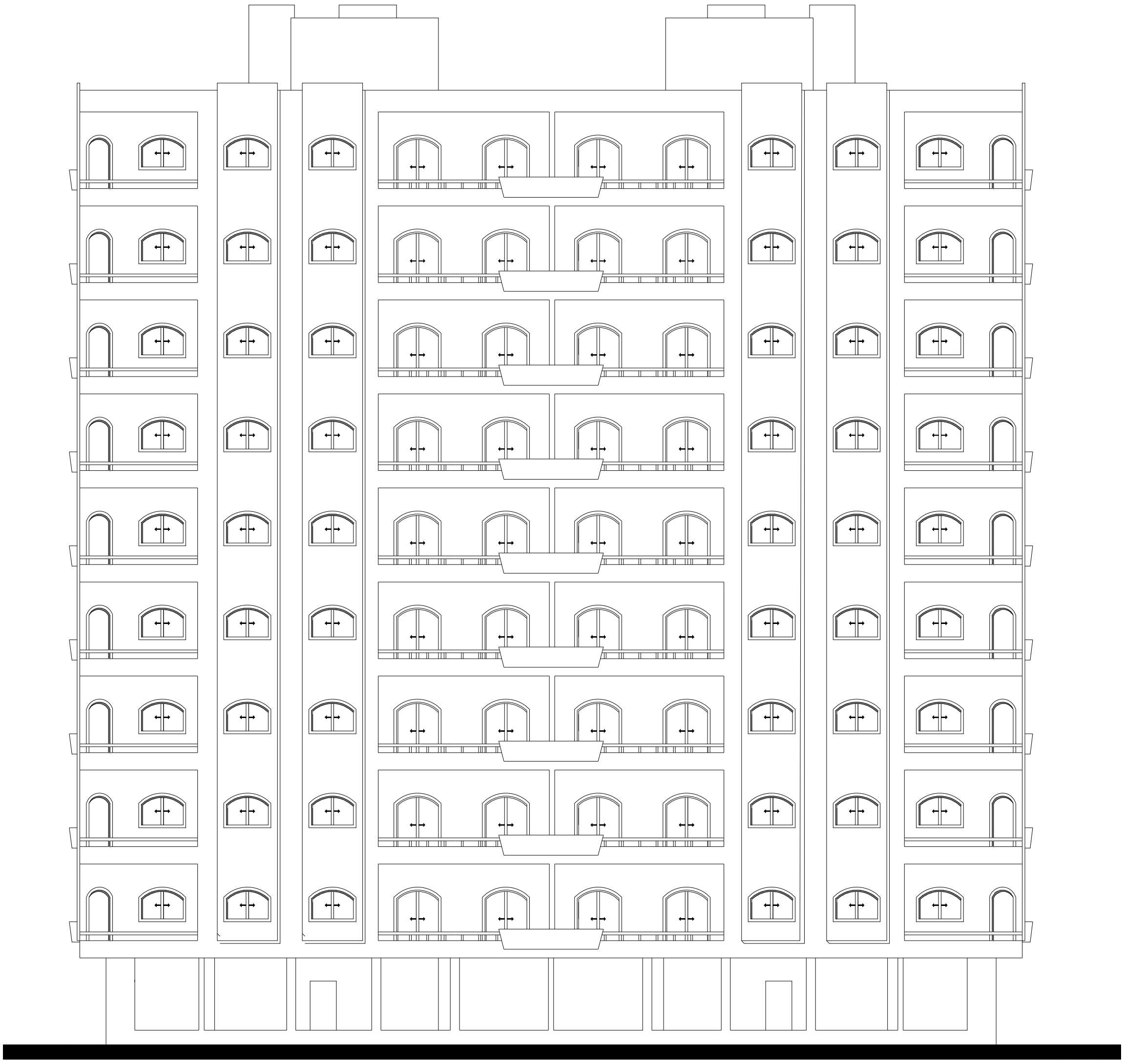
والمخططات التالية تمثل المخططات المعمارية للبناء :



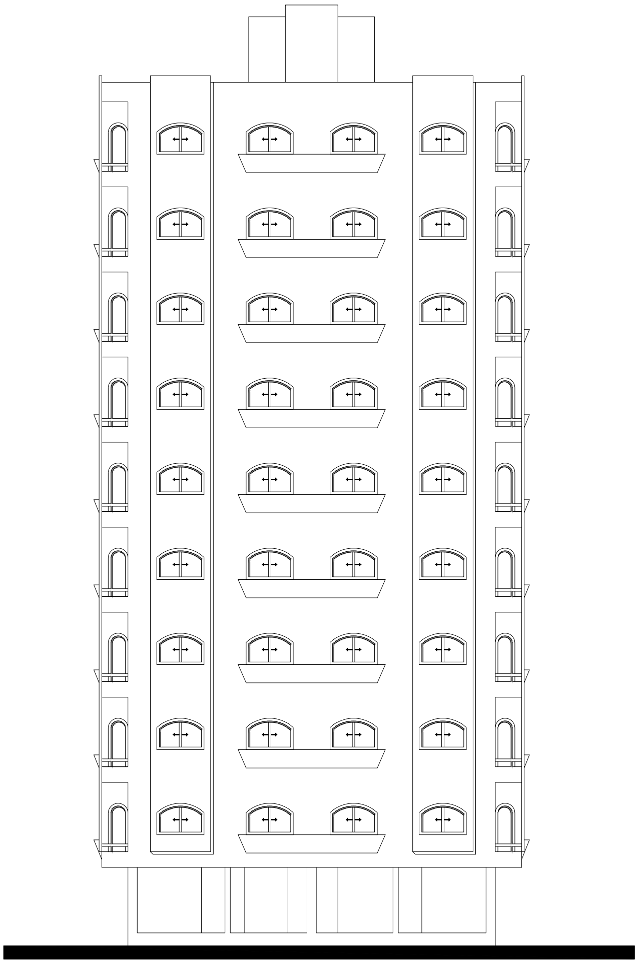
الموقع العام



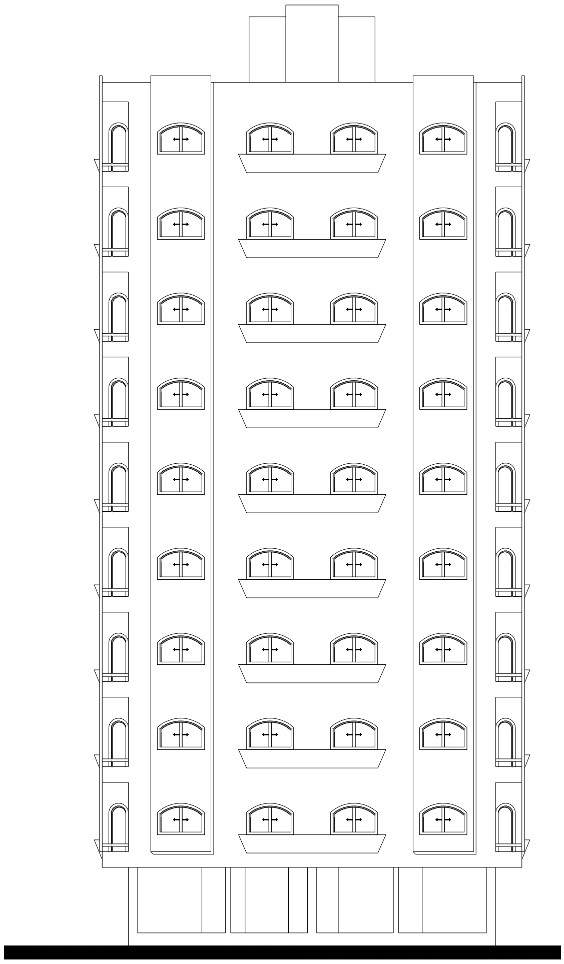
الواجهة الأمامية الشمالية



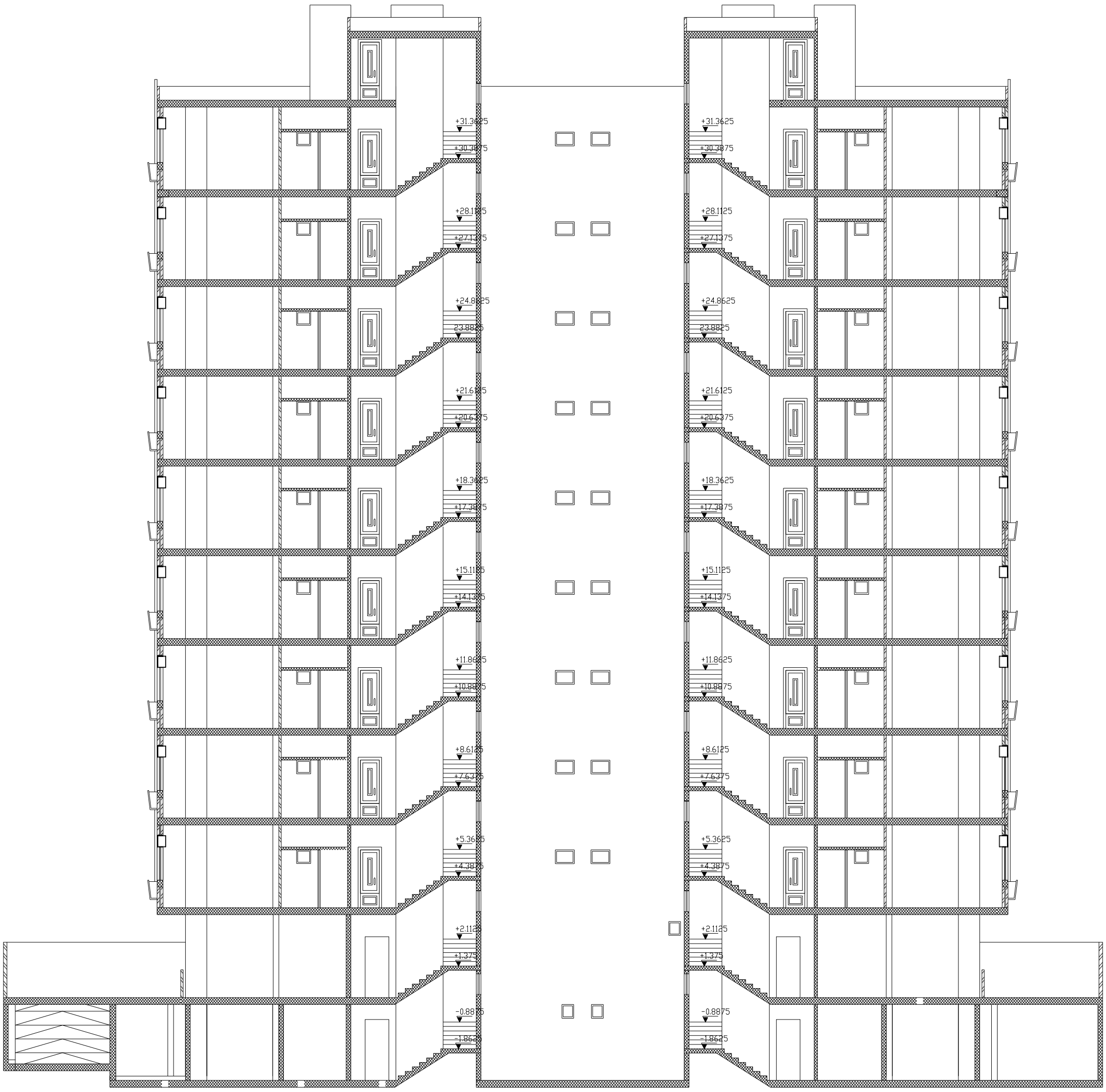
الواجهة الخلفية الجنوبية



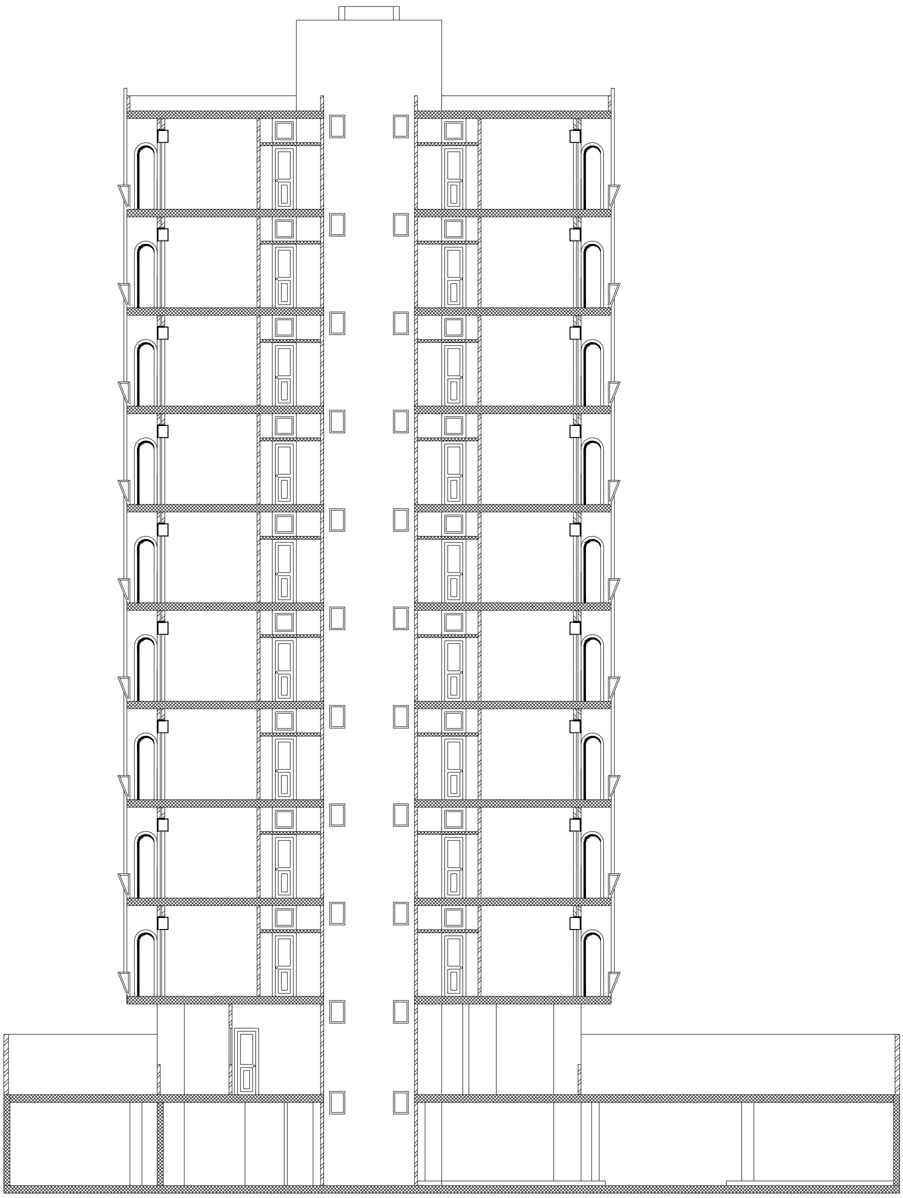
الواجهة الغربية



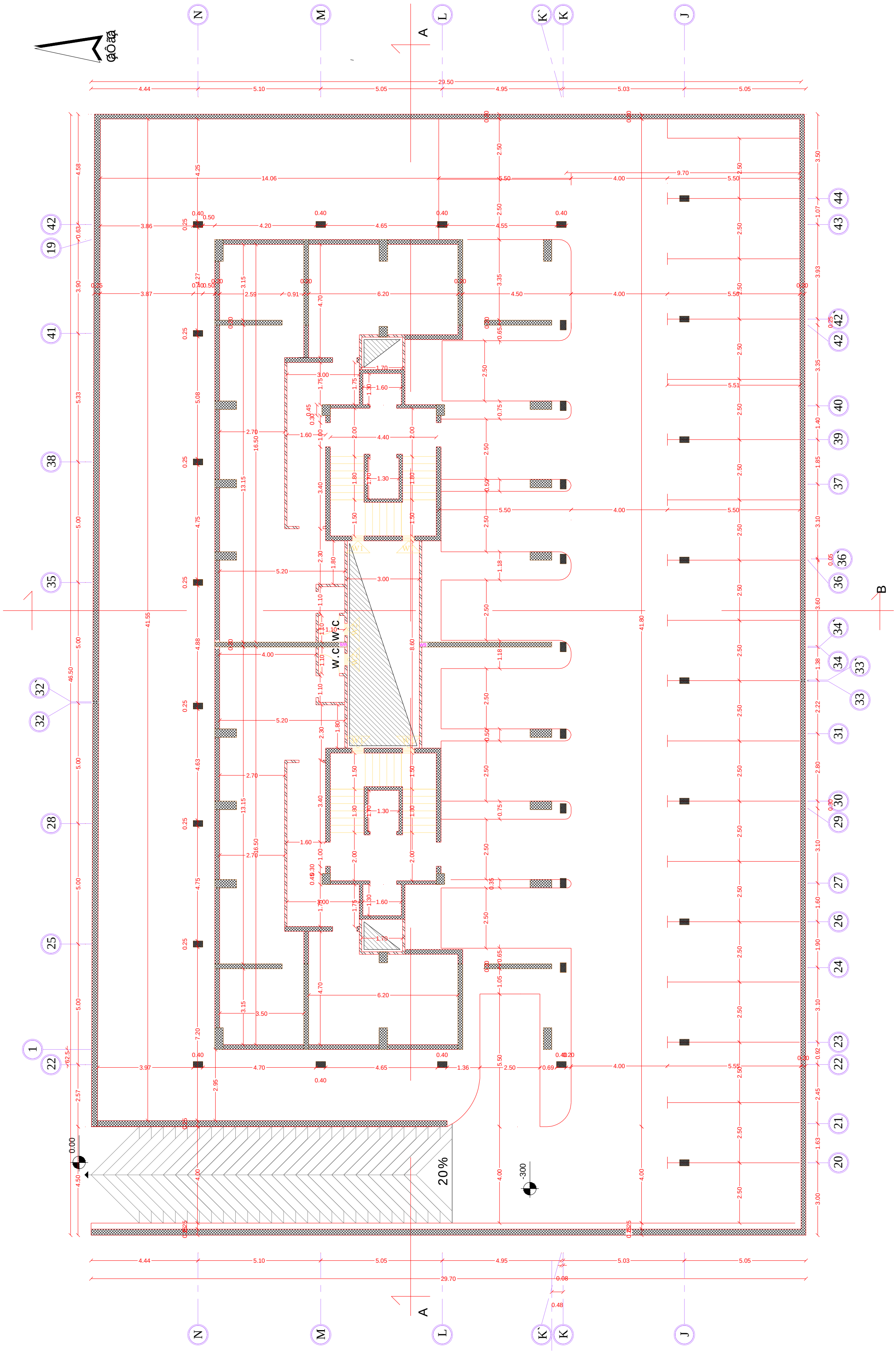
الواجهة الشرقية



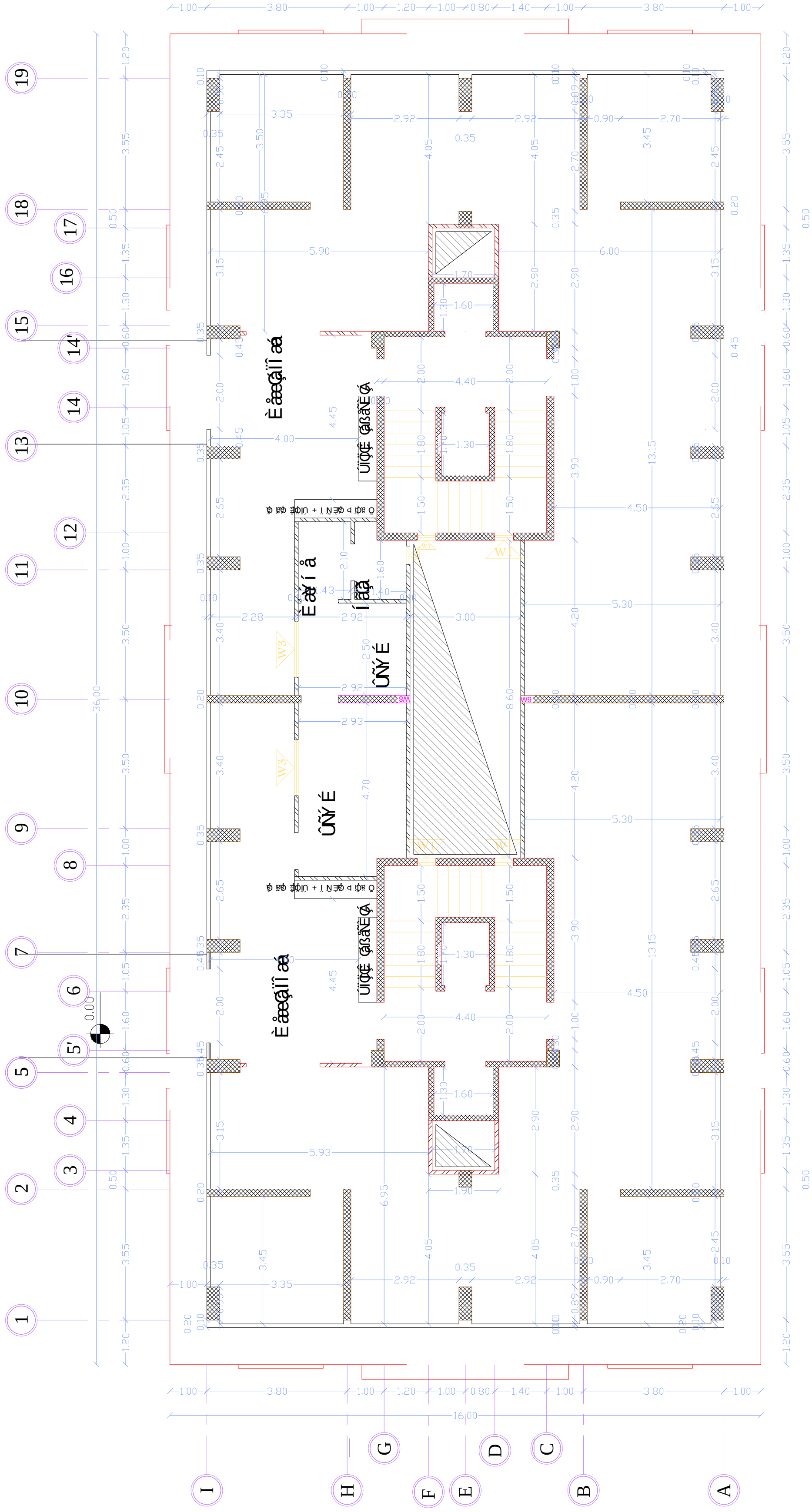
مقطع طولي A-A



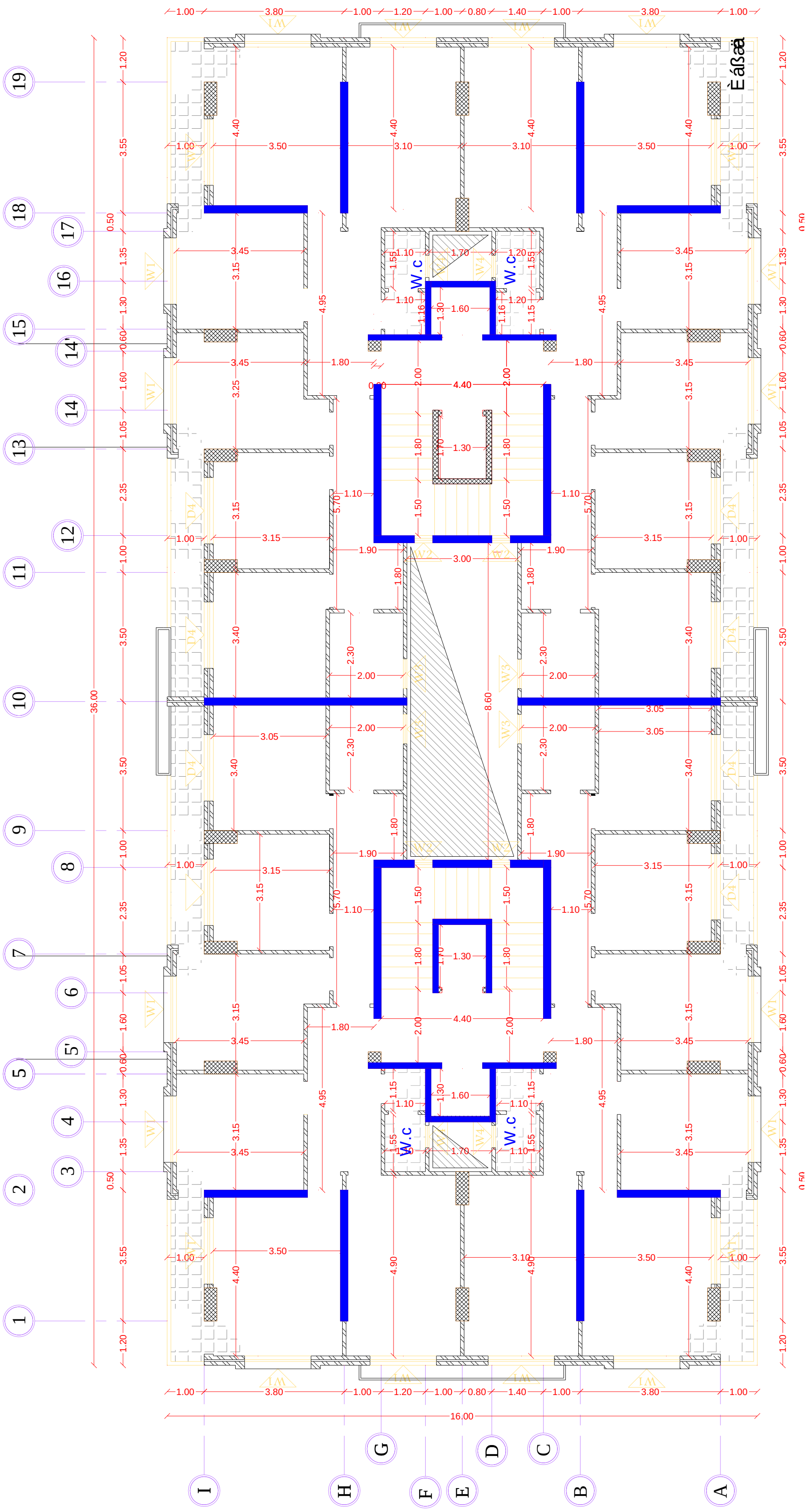
مقطع طولي B-B



مسقط القبو



مسقط الطابق الأرضي



مسقط الطابق المتكرر

الجملة الإنشائية :

تم اعتماد البلاطة المصمتة لسقف القبو والبلاطة المفرغة باتجاه واحد مع قوالب دائمة لباقي أسقف المبنى .

وتم اعتماد الحصيرة إضافة إلى أساسات منفردة .

الجملة الإنشائية المقاومة للحمولات الشاقولية :

عبارة عن بلاطات و جوائز وأعمدة وجدران قص خرسانية .

الجملة الإنشائية المقاومة للقوى الزلزالية :

يتم مقاومة قوى الزلازل بواسطة جدران القص بالاشتراك مع الإطارات كلٌ حسب عطالته .

أسس الدراسة الإنشائية :

تمت الدراسة الإنشائية بما يوافق طريقة حالات الحدود وفق الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة (الكود الرئيسي) الصادر عن نقابة المهندسين لعام 2004 م الطبعة الثالثة .أما الدراسة الزلزالية فقد تمت وفق الملحق رقم (2) من الكود العربي السوري والذي يتضمن تصميم و تحقيق المباني والمنشآت المقاومة للزلازل والصادر عن نقابة المهندسين لعام 2005 م .

الإسمنت :

الإسمنت المستخدم هو اسمنت بورتلاندي عادي .

الخرسانة :

إجهاد الكسر للخرسانة $F'_C=20Mpa$ للاسطوانة القياسية بعد 28 يوم من الصب لكل المشروع باستثناء جدران القص فتصبح $F'_C=25Mpa$.

يجب أن تكون عملية خلط و صب الخرسانة و اختيار المواد المستخدمة فيها طبقاً لما جاء في الكود .

يجب أن تكون نسب الخلط الخرسانية تسمح بالحصول على خلطة متجانسة وذات قابلية تشغيل مناسبة لضمان عدم حدوث أي فصل في مكونات الخلطة أثناء الصب أو حدوث تعشيش .

يجب استخدام إضافات للخلطة الخرسانية المستخدمة في جميع العناصر الإنشائية لتقليل كمية المياه المستخدمة في الخلطة ويتم استخدام هذه الإضافات طبقاً لتعليمات الجهة المنتجة .

يجب الالتزام بنسبة الماء إلى الإسمنت في الخلطات الخرسانية لجميع العناصر الإنشائية وذلك للحصول على خلطة متجانسة .

حديد التسليح :

التسليح الطولي المستخدم هو تسليح محلزن عالي المقاومة $f_y=400N/mm^2$.

التسليح العرضي المستخدم هو تسليح أملس عادي $f_y=240N/mm^2$.

تربة التأسيس :

ضغط التربة المسموح به σ_{all} =3 kg/cm^2

الوزن النوعي γ= 1.85 t/m^3

زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة $Ø = 30^o$

والتماسك C يساوي الصفر .

فواصل الصب :

جميع فواصل الصب في الجدران الاستنادية لا بد أن تكون خشنة ويجب أن تكون السطوح رطبة قبل البدء في صب الخرسانة التالية ، ويراعى أن تكون هذه الفواصل في أماكن العزوم الصغرى ، ويفضل أن ترش أماكن هذه الفواصل بروبة إسمنتية قبل استئناف الصب مباشرة .

الغطاء الخرساني :

الغطاء الخرساني لحديد التسليح بالعناصر الإنشائية هو كالتالي :

- **العناصر الخرسانية الملاصقة للتربة أو الماء:**

الأساسات 60 mm .

الجدران 30 mm .

الشناجات 40 mm **.**

- **العناصر الخرسانية غير الملاصقة للتربة أو الماء :**

الأعمدة و الجوائز 25 mm .

الجدران 25 mm .

البلاطات 20 mm .

جميع وصلات التسليح يجب أن لا تقل عن 50 مرة من قطر التسليح الأكبر ما لم يذكر خلاف ذلك.

الأحمال المعتمدة في التصميم :

الوزن النوعي للخرسانة المسلحة $25\ kn/m^3$.

الوزن النوعي للبلوك المستخدم $14\ kn/m^3$.

أما الحمولات الميتة و الحمولات الحية فتؤخذ حسب جداول الكود .

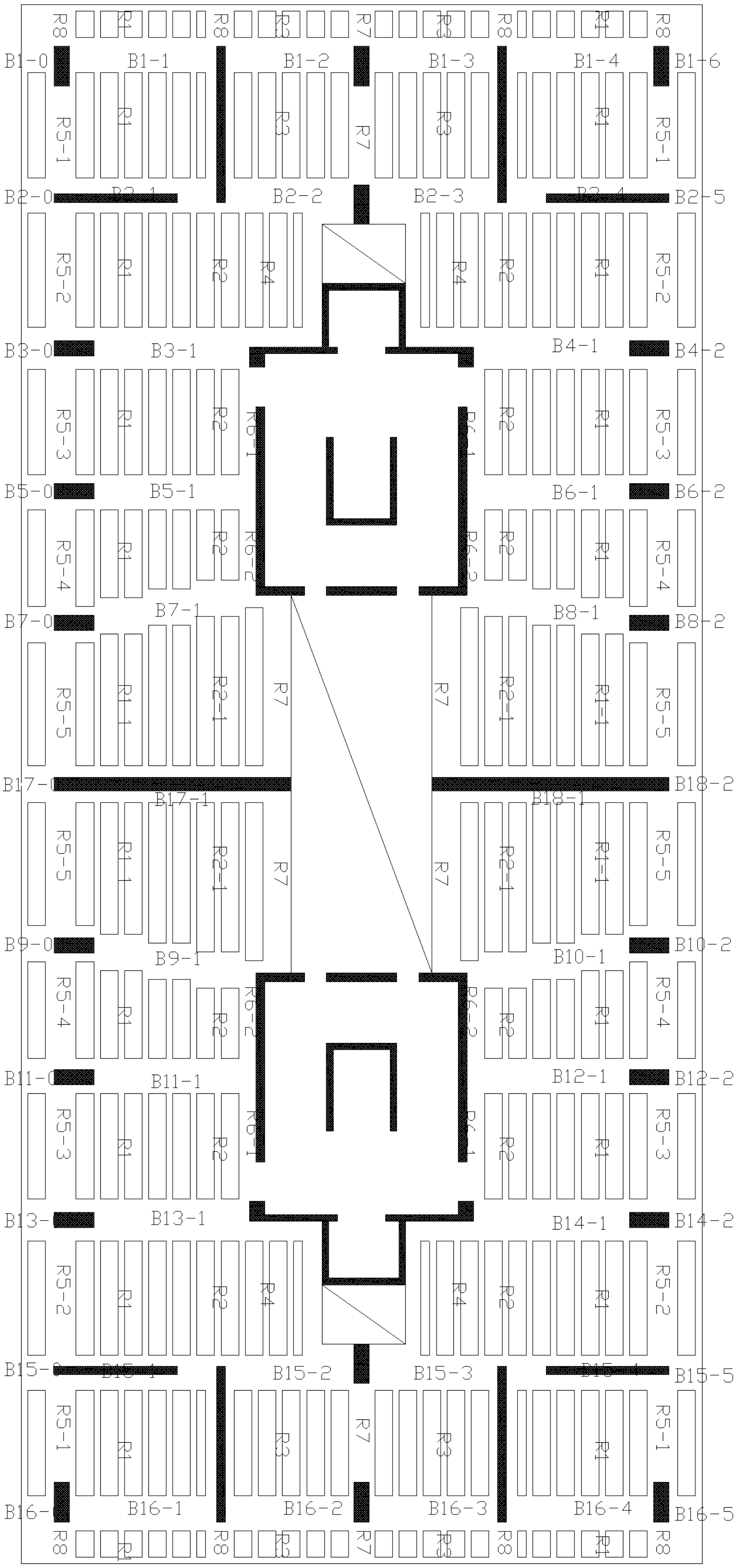
البَلَاطَاتُ المُفَرَّغَةُ

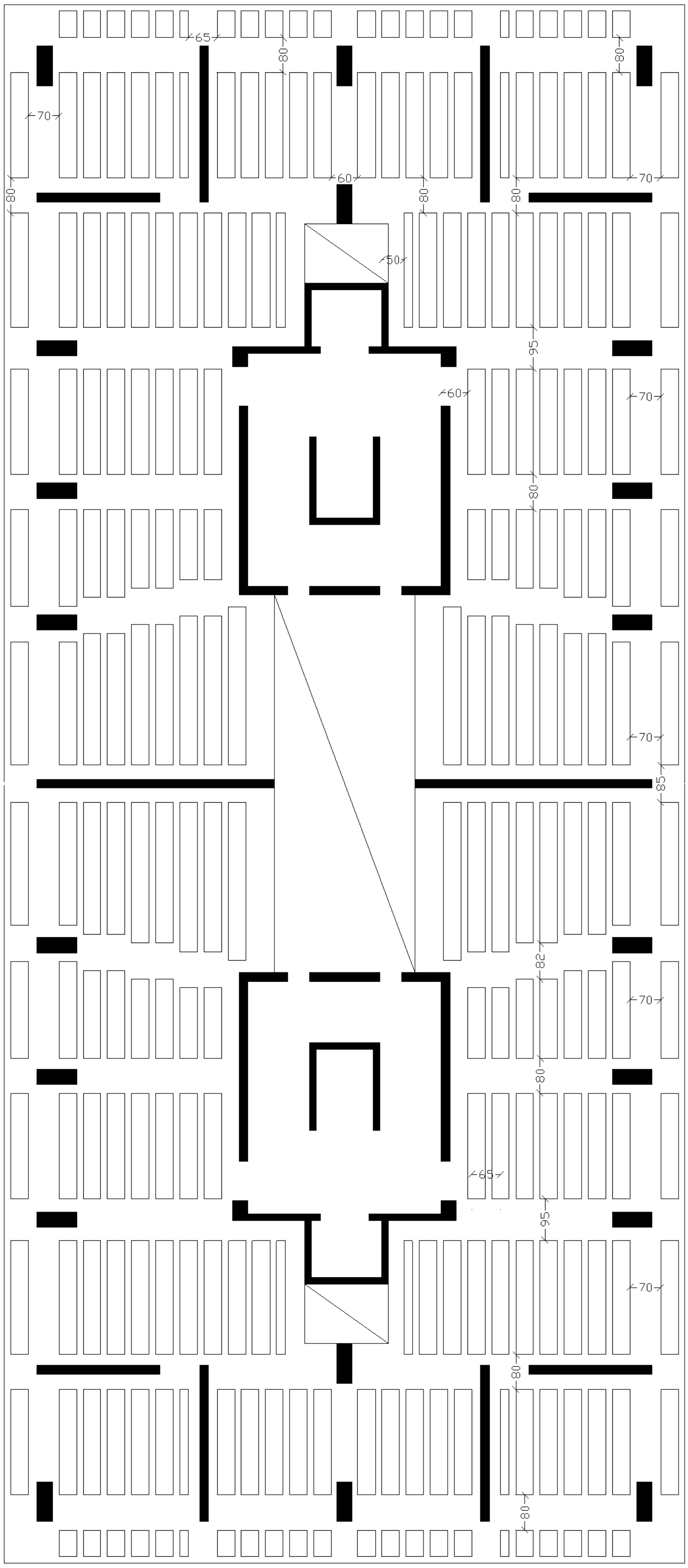
الجملة الإنشائية :

تم اعتماد البلاطة مفرغة وعاملة باتجاه واحد للطوابق المتكررة .. وتم استخدام قوالب دائمة فيها وهي تستند إما على جدران قص أو على جوائز مخفية .

المخططات :

المخططات التالية تبين فرش الهوردي وأبعاد الجوائز :


B1-0
B1-1
B1-2
B1-3
B1-4
B1-6
B2-0
B2-2
B2-3
B2-5
B3-0
B3-1
B4-1
B4-2
B5-0
B5-1
B6-1
B6-2
B7-0
B7-1
B8-1
B8-2
B17-0
B17-1
B18-1
B18-2
B9-0
B9-1
B10-1
B10-2
B11-0
B11-1
B12-1
B12-2
B13-1
B14-1
B14-2
B15-2
B15-3
B15-5
B16-1
B16-2
B16-3
B16-4
B16-5
R1
R2
R3
R4
R7
R8
R1-1
R2-1
R5-1
R5-2
R5-3
R5-4
R5-5
R6-1
R6-2


65
80
80
70
60
70
80
80
80
50
95
60
70
80
70
85
82
70
80
65
95
70
80
80

تحديد الأبعاد :

- تحديد سماكة البلاطة :

- من شرط السهم للأعصاب في الكود العربي السوري ص119 :

العصب R1 مستمر من الجهتين :

$$\frac{L}{T} \leq 20 \quad \rightarrow \quad T \geq \frac{L}{20} = \frac{4.3}{20} = 21,5\ cm$$

- من شرط السهم للجوائز في الكود العربي السوري ص 105 :

الجائز B1 مستمر من جانب واحد :

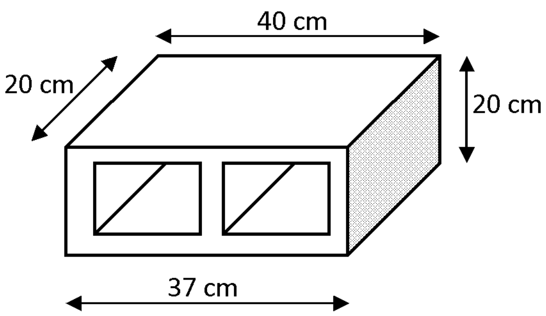
$$\frac{L}{H} \leq 16 \quad \rightarrow \quad H \geq \frac{L}{16} = \frac{4,15}{18} = \ 23\ cm$$

وبالتالي نختار سماكة للبلاطة h = 25 cm .

- تحديد أبعاد البلوكة والعصب :

نأخذ المسافة بين محاور الأعصاب 55 سم ويكون عرض العصب من الأعلى 15 سم ومن الأسفل 18 سم .

أما البلوكة تكون بأبعاد بالشكل :



عرض الأعصاب يجب أن يحقق ما يلي :

$$B \geq \begin{cases} 100\ \text{mm} \\ \frac{1}{3} \times \text{t} = \frac{25}{3} = 8.3\ \text{cm} \Rightarrow \text{ok} \end{cases}$$

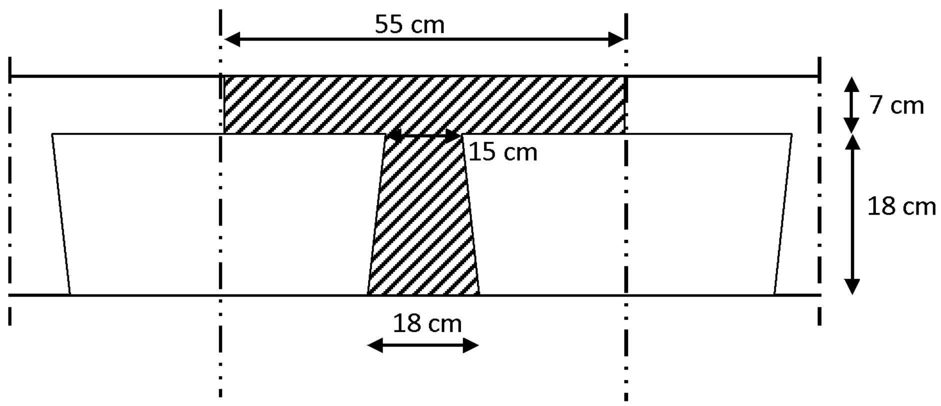
- تحديد سماكة بلاطة التغطية :

سماكة بلاطة التغطية لا تقل حسب الكود العربي السوري عن الأكبر بين القيم التالية :

$\frac{1}{10}$ من المسافة بين الأعصاب = 5.5 cm .

5 cm في حال البلاطات المفرغة ذات القوالب الدائمة .

نختار سماكة بلاطة التغطية 7 سم فيكون مقطع العصب بالشكل :



دراسة العصب المتكرر :

تحليل الحمولات :

الحمولات الميتة :

- وزن العصب

$$G_1 = bw\,(t - tf\,)x\,25$$
$$= 0.165 \times (0.25 - 0.07) \times 25 = 0.74\ \ kn/m'$$

- وزن بلاطة التغطية

$$G_2 = 0.07\ x\ 25\ x\ 0.55 = 0.96\ \ kn/m'$$

- حمولة التغطية

$$G_3 = 2x\ 0.55 = 1.1\ \mathrm{kn/m'}$$

- وزن القواطع الداخلية المسيحة

$$G_4 = 2\ \mathrm{x}\ 0.55 = 1.1\ \ \mathrm{kn/m'}$$

- وزن البلوك

$$G_5 = 5\ x\ 0.13 = 0.65\ \ kn/m'$$

الحمولة الميتة الكلية المؤثرة على العصب :

$$G = 0.74 + 0.96 + 1.1 + 1.1 + 0.85 = 4.55\ kn/m'$$

الحمولة الميتة المصعدة :

$$Gu = 4.55\ x\ 1.5 = 6.83kn/m'$$

الحمولة الحية :

$$P = 3\ x\ 0.55 = 1.65\ kn/m'$$

الحمولة الحية المصعدة

$$Pu = 1.65\ x\ 1.8 = 2.97\ kn/m'$$

الحمولة الكلية :

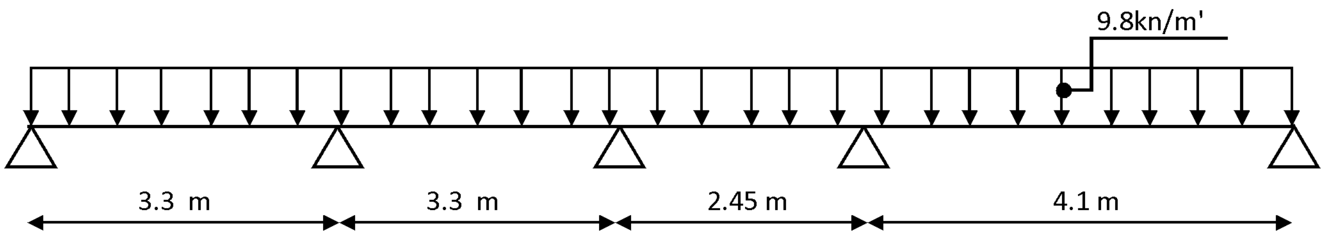
$$Wu = 6.48 + \ 2.97 = 9.8\ kn/m'$$

ويضاف على الظفر حمولة مركزة مساوية لوزن الجدار في الطرف :

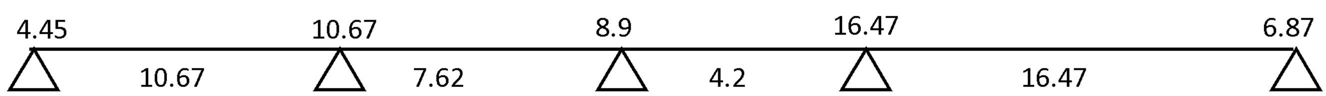
وزن الجدار المصعد في الطرف $= 3.25\ x\ 0.2\ x\ 0.55\ x\ 14\ x\ 1.5 = 7.5\ kn/m'$

الحل الإنشائي للعصب المتكرر :

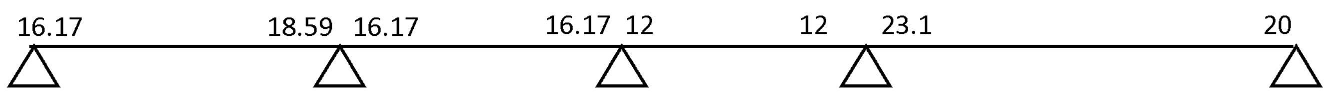
نأخذ العصب R1 ونقوم بتحليله باستخدام برنامج جواد لتحليل الجوائز :



تنتج قيم العزوم في الجائز : (مقدرة بالKN.m)



وقيم القوى القاصة : (مقدرة بال KN)



- **حساب تسليح المقطع عند العزم الموجب الأعظمي $Mu = 16.47\ KN.m$:**

يدرس العصب كمقطع T مواصفاته كما يلي :

$$h = 30\ cm\ , bf\ = 55\ cm\ , tf\ = 7\ cm\ , bw\ = 16.5\ cm$$

$$a = a^{'} = 2.5\ cm \quad , d = 22.5\ cm$$

حساب العزم الذي يقاومه الجناح :

$$Muf = \Omega.0.85.f'c.tf.bf(d-0.5tf)$$

$$= 0.9 \times 0.85 \times 20 \times 70 \times 550(225-0.5 \times 70) = 111.92\ KN.m$$

لدينا $Mu < Muf$ وبالتالي المحور المحايد يمر ضمن الجناح ..

والمقطع يدرس كمقطع مستطيل عرضه $bf = 550\ mm$ وارتفاعه $d = 225\ mm$.

$$\alpha_b = \frac{535.5}{630+Fy} = \frac{535.5}{630+400} = 0.52$$

$$\alpha_{max} = 0.75.\alpha_b = 0.75x0.52 = 0.39$$

$$Ao = \frac{\text{Mu}}{\Omega.0.85\times F'c\times b\times d^2} = \frac{15.88\times10^6}{0.9\times0.85\times20\times550\times225^2} = 0.037 < 0.5$$

$$\alpha = 1-\sqrt{1-2A_0} = 1-\sqrt{(1-2\times0.037)} = 0.038 < \alpha_{max}$$

$$As = \frac{0.85.F'c.b.d.\alpha}{fy} = \frac{0.85\times20\times550\times225\times0.038}{400} = 200\ mm^2$$

$$\mu_{smin} = \frac{0.9}{fy} = \frac{0.9}{400} = 0.00225$$

$$\mu_s = \frac{AS}{b.d} = \frac{200}{165\times225} = 0.0054 > \mu_{s\,min} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$Y = \frac{535.5}{630+fy}.d = 0.52\times225 = 117$$

$$tf < Y \Rightarrow A_{sb} = \frac{0.85f'c.bd.\propto_b}{Fy} + \frac{0.85.F'c(b'_f-b)T_F}{Fy}$$

$$A_{sb} = \frac{0.85\times20\times165\times225\times0.52}{400} + \frac{0.85\times20\times(550-165).70}{400}$$

$$A_{sb} = 1966\ mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.75 \times A_{sb} = 0.75 \times 1966 = 1474 > As \Rightarrow ok$$

ونسبة التسليح محققة .. نختار تسليح 2 T 12

أما التسليح الثانوي يحسب من الشرط في الكود العربي السوري ص 104 :

$$As \geq 0.15\,As = 30\ mm^2 \Rightarrow 1\text{ T }10$$

- **حساب تسليح المقطع عند العزم السالب الأعظمي $Mu = 16.47\ KN.m$:**

يدرس العصب كمقطع مستطيل عرضه 16.5 cm وارتفاعه 25 cm .

$$a = a' = 2.5\ cm\ ,\ d = 22.5\ cm$$

$$Ao = \frac{Mu}{\Omega.0.85\times f'c\times b\times d^2} = \frac{15.88\times10^6}{0.9\times0.85\times20\times165\times225^2} = 0.124 < 0.5$$

$$\alpha = 1-\sqrt{1-2A_0} = 1-\sqrt{(1-2\times0.124)} = 0.133 < \alpha_{max} \Rightarrow$$

$$As = \frac{0.85.F'c.b.d.\alpha}{fy} = \frac{0.85\times20\times165\times225\times0.133}{400} = 210\ mm^2$$

$$\mu_s = \frac{AS}{b.d} = \frac{210}{165\times225} = 0.0057 > \mu_{s\,min} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$A_{sb} = \frac{0.85f'c\,.bd\,.\alpha_b}{fy}$$

$$A_{sb} = \frac{0.85\times20\times165\times225\times0.52}{400}$$

$$A_{sb} = 820\ mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.75\times A_{sb} = 0.75\times820 = 615 > As \Rightarrow ok$$

ونسبة التسليح محققة .. نختار تسليح 2 T 12

وتؤخذ القضبان العمودية على العصب من الشرط ص121 في الكود العربي السوري وتساوي خمس مساحة التسليح الرئيسي .. نختار $5\emptyset6/m$.

أما القضبان الموازية للأعصاب ضمن بلاطة التغطية تؤخذ (بلوكة/$1\emptyset6mm$)

- **حساب القص للعصب من أجل قيمة القص العظمى: $Vu = 23.1\ kn$**

$$Vcr = Vu-(\frac{d}{2}+\frac{a}{2})q_u = 23.1-\left(\frac{0.225}{2}+\frac{0.8}{2}\right)9.8 = 18.08\ kn$$

الإجهاد المماسي الأعظمي في البيتون:

$$\tau_u = \frac{V_{cr}}{0.85.bw.d} = \frac{18.08\times10^3}{0.85\times165\times225} = 0.573\ MPa$$

الإجهاد الذي يتحمله البيتون :

$$\tau_{cu} = 0.23\sqrt{f'c} = 1.028\ MPa$$

$\tau_u < \tau_{cu} \Rightarrow$ تسليح القص إنشائي

$$Ast = \frac{0.35}{Fy}.b_w.s$$

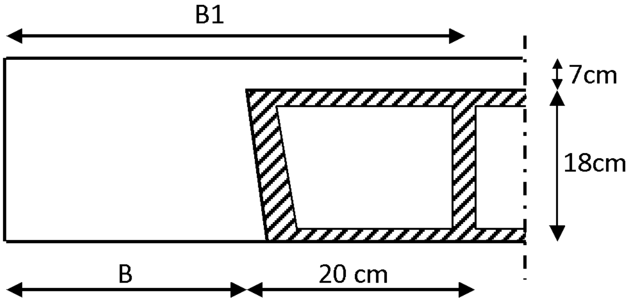
$5\ cm \le S$ خطوة الأسوارة $\le d \Rightarrow S = 20\ cm$

$$Ast = \frac{0.35}{240} \times 165 \times 200 = 48\ mm^2$$

$$\text{ذراع الأسوارة} \geq \begin{pmatrix} 6\ mm \\ \frac{1}{3}\emptyset_{max} \end{pmatrix} \Longrightarrow \emptyset = 6\ mm$$

$$\Longrightarrow A_{st} \equiv 1C\emptyset 6/20\ cm$$

- **تحليل حمولات العصب العريض الطرفي :**



- الوزن الذاتي :

$$G_1 = \{B \times 0.18 + 0.07\ .B1\} \times 25$$

- وزن البلوك

$$G_2 = 2.5 \times 0.13 = 0.325\ kn\ /m$$

- حمولة الجدران المسيحة :

$$G_3 = 2. B1$$

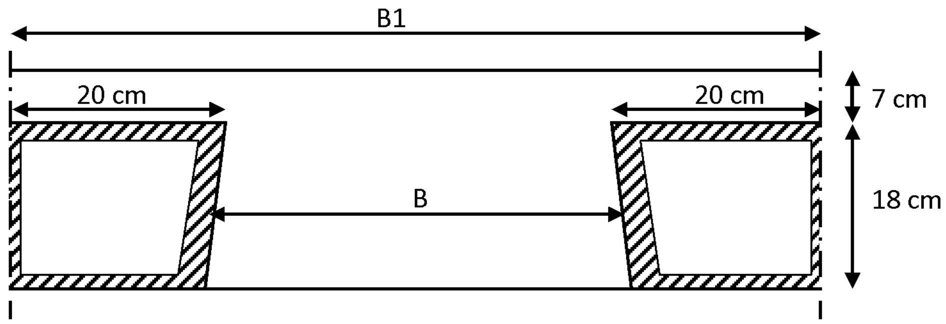
- حمولة التغطية :

$$G_4 = 2. \mathrm{B1}$$

- الحمولة الحية :

$$P = 3. B1$$

- **تحليل حمولات العصب الوسطي العريض:**



- الوزن الذاتي

$$G_1 = \{B \times 0.18 + 0.07\ .B1\} \times 25$$

- وزن البلوك

$$G_2 = 5 \times 0.13 = 0.65\ \ kn/m$$

- حمولة الجدران المسيحة :

$$G_3 = 2 \times B1$$

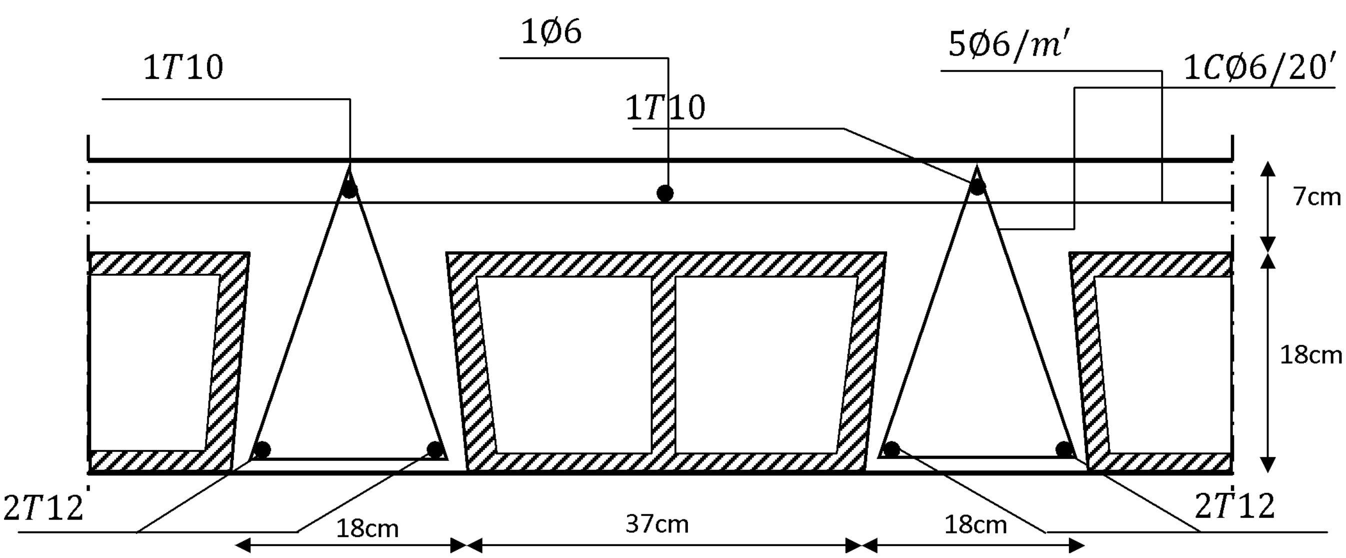
- حمولة التغطية

$$G_4 = 2 \times B1$$

- الحمولة الحية

$$P = 3 \times B1$$

والشكل التالي يبين مقطع عرضي نموذجي في عصب :



مقطع عرضي عند العزم الموجب للعصب R1

وبنفس الأسلوب تمت دراسة باقي الأعصاب , والجدول التالي يبين تسليح الأعصاب :

<table>
<tr><th rowspan="3" colspan="2">العصب</th><th colspan="4" rowspan="2">الأبعاد
cm</th><th colspan="5">التسليح</th></tr>
<tr><th rowspan="2">السفلي</th><th colspan="3">العلوي</th><th rowspan="2">الأساور</th></tr>
<tr><th>b</th><th>Bf</th><th>tf</th><th>h</th><th>يسار</th><th>تعليق</th><th>يمين</th></tr>
<tr><td rowspan="6">R1</td><td>1</td><td rowspan="6">15</td><td rowspan="6">55</td><td rowspan="6">5</td><td rowspan="6">25</td><td>2T12</td><td>2T10</td><td>1T10</td><td>1T10+1T12</td><td rowspan="13">1cϕ6/20</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2T10</td><td>1T10+1T12</td><td>1T10</td><td>2T10</td></tr>
<tr><td>3</td><td>2T10</td><td>2T10</td><td>1T10</td><td>1T10+1T12</td></tr>
<tr><td>4</td><td>2T10</td><td>1T10+1T12</td><td>1T10</td><td>1T10+1T12</td></tr>
<tr><td>5</td><td>2T12</td><td>1T10+1T12</td><td>1T10</td><td>1T10+2T12</td></tr>
<tr><td>6</td><td>2T12</td><td>1T10+2T12</td><td>1T10+2T12</td><td>1T10+2T12</td></tr>
<tr><td rowspan="4">R2</td><td>1</td><td rowspan="4">15</td><td rowspan="4">55</td><td rowspan="4">5</td><td rowspan="4">25</td><td>2T12</td><td>2T10</td><td>1T10</td><td>1T10+2T12</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2T10</td><td>1T10+2T12</td><td>1T10</td><td>2T10</td></tr>
<tr><td>3</td><td>2T10</td><td>2T10</td><td>1T10</td><td>2T10</td></tr>
<tr><td>4</td><td>2T10</td><td>2T10</td><td>1T10</td><td>2T10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">R3</td><td>1</td><td rowspan="2">15</td><td rowspan="2">55</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">25</td><td>2T12</td><td>2T10</td><td>1T10</td><td>1T10+2T12</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2T12</td><td>1T10+2T12</td><td>1T10+2T12</td><td>1T10+2T12</td></tr>
<tr><td>R4</td><td>1</td><td>15</td><td>55</td><td>5</td><td>25</td><td>2T12</td><td>2T10</td><td>1T10</td><td>2T10</td></tr>
<tr><td rowspan="5">R5</td><td>1</td><td rowspan="5">70</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">25</td><td>4T12</td><td>2T10+2T12</td><td>4T10</td><td>2T10+2T12</td><td rowspan="10">2cϕ8/20</td></tr>
<tr><td>2</td><td>4T12</td><td>2T10+2T12</td><td>4T10</td><td>2T10+2T12</td></tr>
<tr><td>3</td><td>4T12</td><td>2T10+2T12</td><td>4T10</td><td>2T10+2T12</td></tr>
<tr><td>4</td><td>4T12</td><td>2T10+2T12</td><td>4T10</td><td>2T10+2T12</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4T12</td><td>2T10+2T12</td><td>4T10</td><td>2T10+2T12</td></tr>
<tr><td rowspan="2">R6</td><td>1</td><td rowspan="2">70</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">25</td><td>4T12</td><td>2T10+2T12</td><td>4T10</td><td>2T10+2T12</td></tr>
<tr><td>2</td><td>4T12</td><td>2T10+2T12</td><td>4T10</td><td>2T10+2T12</td></tr>
<tr><td rowspan="2">R7</td><td>1</td><td>60</td><td></td><td></td><td>25</td><td>3T12</td><td>4T10</td><td>4T10</td><td>4T10</td></tr>
<tr><td>2</td><td>60</td><td></td><td></td><td>25</td><td>3T12</td><td>4T12</td><td>4T12</td><td>4T12</td></tr>
<tr><td>R8</td><td>1</td><td>60</td><td></td><td></td><td>25</td><td>3T12</td><td>4T12</td><td>4T12</td><td>4T12</td></tr>
</table>

دراسة الجوائز :

تحليل الحمولات :

- وزن ذاتي :

$$G = b \times h \times 25 - (G_1 + G_2) \times b$$

b : عرض الجائز
G_1 : وزن بلاطة التغطية
G_2 : وزن البلوك

- رد فعل منقول من العصب من الحمولات الميتة والحية :

$$R = \frac{R_u}{0.55}$$

التحليل الإنشائي :

نقوم بدراسة الجائز (25×80)B1 :

- الوزن الذاتي :

$$G_1 = 0.8\, x\, 0.25\, x\, 25 = 5\, kn / m$$

- رد فعل منقول من العصب R1 :

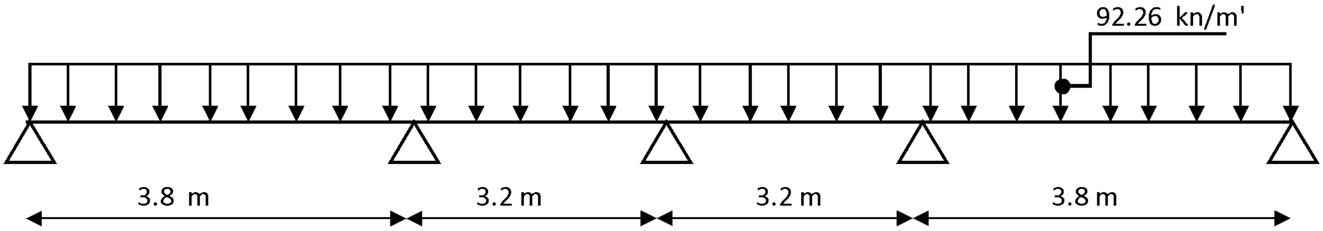
$$G_2 = \frac{14.7}{0.55} = 26.73\, kn / m$$

- رد فعل منقول من العصب R3 :

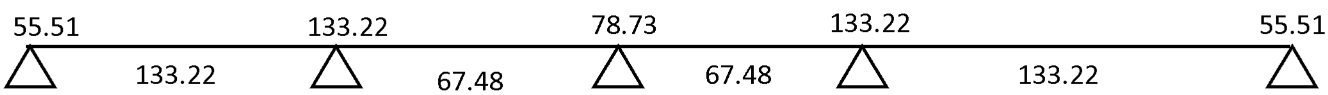
$$G_3 = \frac{14.7}{0.55} = 26.73\, kn / m$$

- رد فعل منقول من الظفر R3 :

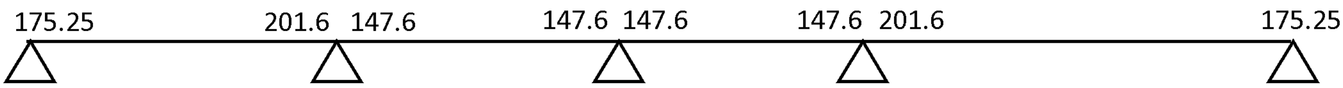
$$G_4 = \frac{20.24}{0.55} = 36.8\, kn / m$$



تكون قيم العزوم :



وقيم قوى القص :



- **حساب التسليح عند العزم الأعظمي الموجب** $M_u^+ = 133.22\ kn.m$ **:**

$$\alpha_b = \frac{535.5}{630+fy} = \frac{535.5}{630+400} = 0.52$$

$$\alpha_{max} = 0.75\ .\alpha_b = 0.75x0.52 = 0.39$$

$$A_0 = \frac{Mu}{\Omega.0.85\times F'c\times b\times d^2} = \frac{133.22\times 10^6}{0.9\times 0.85\times 20\times 800\times (225)^2} = 0.215 < 0.5$$

$$\alpha = 1-\sqrt{1-2A_0} = 0.245 \Longrightarrow$$

$\alpha < \alpha_{max} \Longrightarrow$ التسليح احادي

$$As = \frac{0.85.F'c.b.d.\alpha}{fy} = \frac{0.85\times 20\times 800\times 225\times 0.245}{400} = 1874\ mm2$$

$$\mu_s = \frac{As}{b.d} = \frac{1874}{800\times 225} = 0.0104 > \mu_{s\,min} = 0.00225 \Longrightarrow ok$$

$$A_{sb} = \frac{0.85.f'c.b_f.d.\alpha_b}{fy} = 3977\ mm^2$$

$0.5\ A_{sb} > AS \Longrightarrow$ لايحتاج الى تسليح ضغط

$\Longrightarrow \quad As \equiv 9T16$

- **حساب التسليح عند العزم السالب** $M_u^- = 133.22\ kn.m$ **:**

$$A_0 = 0.215$$

$\alpha = 1-\sqrt{1-2A_0} = 0.254 \Longrightarrow \alpha < \alpha_{max} \Longrightarrow$ التسليح احادي

$$As = 1874\ mm^2$$

$$As = 9\ T\ 16$$

- **حساب التسليح اللازم لمقاومة القص :**

من أجل قيمة القص العظمى $Vu = 201.6\ KN$:

$$Vcr = Vu - \left(\frac{d}{2} + \frac{a}{2}\right) q_u = 182\ KN$$

الإجهاد المماسي الحرج في البيتون:

$$\tau_u = \frac{V_{cr}}{0.85.bw.d} = 0.98\ MPa$$

الإجهاد الذي يتحمله البيتون :

$$\tau_{cu} = 0.23\ \sqrt{f'c} = 1.028\ MPa$$

$\tau_u < \tau_{cu} \Longrightarrow$ تسليح القص إنشائي

$Ast\ \equiv 175\ mm^2$

$S = 15\ cm\ , \emptyset = 8\ mm$

$A_{st} = 2C\emptyset 8/15\ cm$

وبنفس الأسلوب تمت دراسة باقي الجوائز ونبين في الجدول التالي تسليح هذه الجوائز :

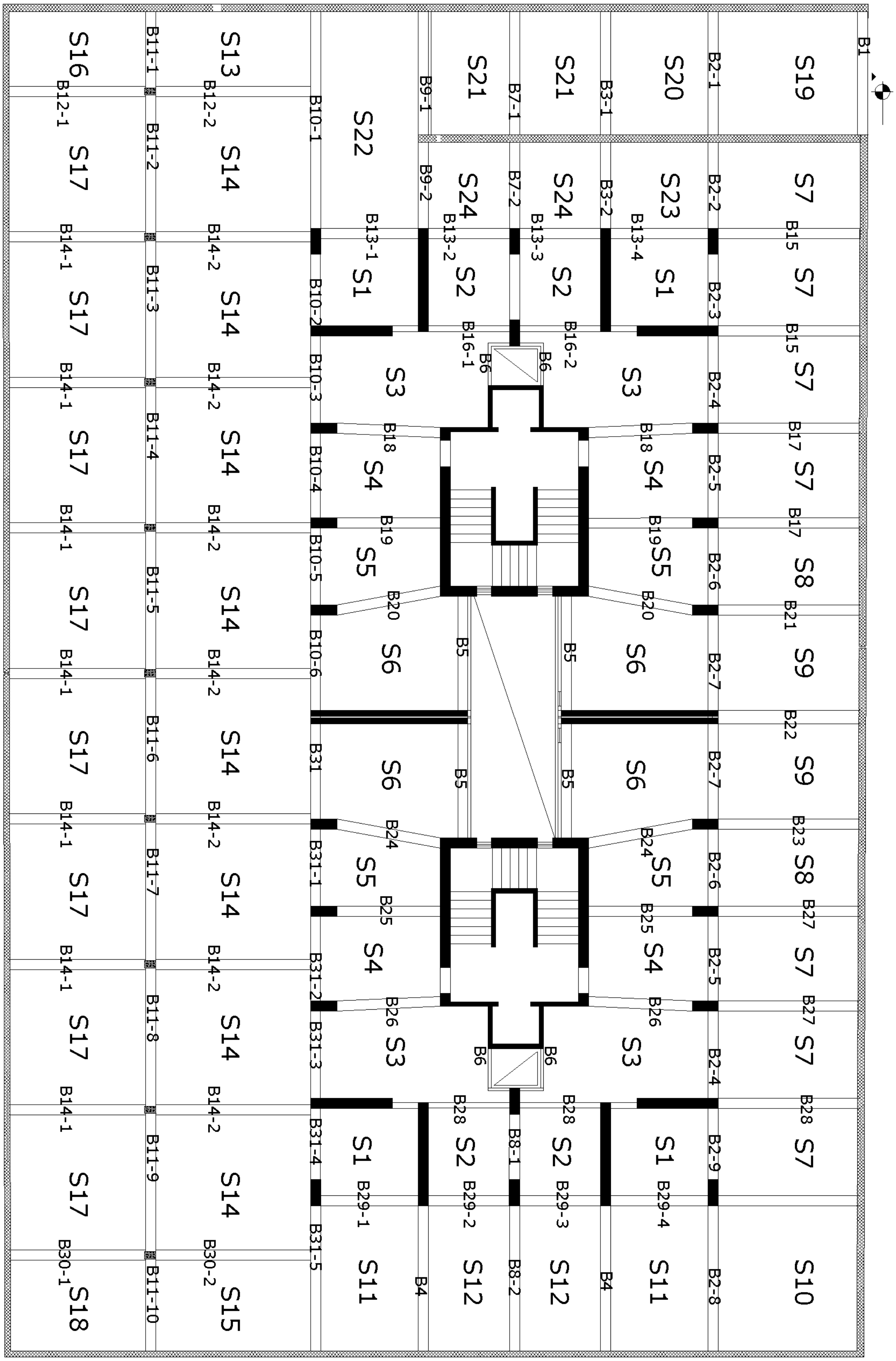
الجائز		الأبعاد cm		التسليح				
		b	*H*	السفلي	العلوي			الأساور
					يسار	تعليق	يمين	
B1	0	80	25	4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	2cϕ8/20
	1			9T16	4T10+2T16	4T10	4T10+5T20	
	2			5T16	4T10+5T20	4T10	4T10+2T20	
	3			5T16	4T10+2T20	4T10	4T10+5T20	
	4			9T16	4T10+5T20	4T10	4T10+2T16	
	5			4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B2	0	80	25	4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
	1			7T16	4T10+2T16	4T10	4T10+3T20	
	2			4T16	4T10+3T20	4T10	4T10+2T20	
	3			4T16	4T10+2T20	4T10	4T10+3T20	
	4			7T16	4T10+3T20	4T10	4T10+2T16	
	5			4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B3	0	95	25	4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
	1			9T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
B4	1	95	25	9T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
	2			4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B5	0	80	25	4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
	1			8T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
B6	1	80	25	8T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
	2			4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B7	0	80	25	4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	2cϕ8/20
	1			8T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
B8	1	80	25	9T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
	2			4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B9	0	80	25	4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
	1			9T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
B10	1	80	25	9T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
	2			4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B11	0	80	25	4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
	1			8T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
B12	1	80	25	8T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
	2			4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	

B13	0	95	25	4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	(2c+1P)ϕ8/20
	1			9T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
B14	1	95	25	9T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
	2			4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B15	0	80	25	4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	2cϕ8/20
	1			7T16	4T10+2T16	4T10	4T10+3T20	
	2			4T16	4T10+3T20	4T10	4T10+2T20	
	3			4T16	4T10+2T20	4T10	4T10+3T20	
	4			7T16	4T10+3T20	4T10	4T10+2T16	
	5			4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B16	0	80	25	4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
	1			9T16	4T10+2T16	4T10	4T10+5T20	
	2			5T16	4T10+5T20	4T10	4T10+2T20	
	3			5T16	4T10+2T20	4T10	4T10+5T20	
	4			9T16	4T10+5T20	4T10	4T10+2T16	
	5			4T16	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
B17	0	80	25	4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	
	1			7T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
B18	1	80	25	7T20	4T10+2T16	4T10	4T10+2T16	
	2			4T20	4T10+2T16	4T10+2T16	4T10+2T16	

البَلَاطَاتُ المُصَمَّتَةُ

المخططات :

يبين المسقط المرفق توزيع البلاطات المصمتة والجوائز الحاملة لها .



ونختار سماكة واحدة لكافة البلاطات حيث نأخذ الأخطر بينها وهي S6 .

$$t \geq \frac{\text{المحيط المكافئ}}{140} = \frac{0,76\,.\,(3,82+5,45+5.4)+4,48}{140} = 11.6\ cm$$

نختار سماكة البلاطة 13 سم .

تحليل الحمولات :

الحمولات الميتة :

- الوزن الذاتي :

$$G_1 = t.\gamma c = 0.13 \times 25 = 3.25\ KN/m^2$$

- حمولة التغطية :

$$G_2 = 2\ KN/m^2$$

الحمولات الحية :

$$P = 3\ KN/m^2$$

وبالتالي تكون الحمولات المصعدة :

$$Gu = 7,88\ KN/m^2\ ,\ Pu = 5,4\ KN/m^2$$

نعتمد طريقة الجداول الموجودة في الكود العربي السوري ص 176 في دراسة البلاطة المصمتة بما أن كل البلاطات تعمل باتجاهين .

حساب العزوم :

M^-_B	M^-_A	M^+_B	M^+_A	α_{BLL}	α_{BDL}	α_{ALL}	α_{ADL}	α^-_B	α^-_A	حمولة حية	حمولة ميتة	البعد b	البعد a	#
7.45	8.13	3.57	3.92	0.025	0.016	0.03	0.02	0.041	0.05	5.4	7.88	3.7	3.5	S1
6.02	7.11	2.81	3.47	0.022	0.014	0.034	0.022	0.037	0.055	5.4	7.88	3.5	3.12	S2
2.39	12.44	2.02	6.88	0.006	0.003	0.063	0.037	0.005	0.086	5.4	7.88	6	3.3	S3
3.16	11.08	2.48	5.60	0.013	0.007	0.05	0.033	0.012	0.079	5.4	7.88	4.45	3.25	S4
2.37	9.80	1.90	5.04	0.009	0.006	0.054	0.034	0.009	0.082	5.4	7.88	4.45	3	S5
9.29	16.15	5.51	9.91	0.016	0.013	0.052	0.043	0.024	0.076	5.4	7.88	5.4	4	S6

M^-_B	M^-_A	M^+_B	M^+_A	α_{BLL}	α_{BDL}	α_{ALL}	α_{ADL}	α^-_B	α^-_A	ح. حية	ح. ميتة	البعد b	البعد a	#
1.87	9.82	1.63	5.24	0.007	0.004	0.059	0.036	0.006	0.085	5.4	7.88	4.85	2.95	S7
1.56	8.02	1.32	4.44	0.006	0.003	0.063	0.037	0.005	0.086	5.4	7.88	4.85	2.65	S8
5.31	11.82	3.50	7.53	0.013	0.01	0.06	0.048	0.017	0.083	5.4	7.88	4.85	3.28	S9
14.93	16.82	8.64	9.80	0.029	0.024	0.035	0.03	0.045	0.055	5.4	7.88	5	4.8	S10
3.65	12.07	2.67	5.95	0.011	0.006	0.05	0.033	0.011	0.081	5.4	7.88	5	3.35	S11
1.66	8.95	1.40	4.95	0.006	0.003	0.063	0.037	0.005	0.086	5.4	7.88	5	2.8	S12
3.73	7.80	1.64	5.62	0.005	0.004	0.076	0.056	0.01	0.089	5.4	7.88	5.3	2.57	S13
12.68	16.36	5.91	8.00	0.02	0.013	0.035	0.023	0.034	0.057	5.4	7.88	5.3	4.65	S14
6.71	10.34	2.91	7.10	0.009	0.007	0.065	0.048	0.018	0.08	5.4	7.88	5.3	3.12	S15
2.35	8.26	1.70	5.61	0.007	0.005	0.072	0.056	0.008	0.092	5.4	7.88	4.7	2.6	S16
9.47	17.51	6.67	7.42	0.028	0.02	0.03	0.023	0.033	0.061	5.4	7.88	4.65	4.65	S17
4.31	10.98	2.82	7.09	0.011	0.009	0.062	0.05	0.015	0.085	5.4	7.88	4.65	3.12	S18
12.23	14.38	7.23	13.76	0.026	0.022	0.093	0.033	0.04	0.06	5.4	7.88	4.8	4.25	S19
4.08	11.17	3.08	5.11	0.017	0.01	0.042	0.029	0.017	0.075	5.4	7.88	4.25	3.35	S20
1.92	8.64	1.59	4.39	0.009	0.005	0.054	0.034	0.008	0.083	5.4	7.88	4.25	2.8	S21
0.00	13.41	0.00	7.78	0	0	0.07	0.04	0	0.09	5.4	7.88	7.45	3.75	S22
7.30	5.31	2.98	3.59	0.023	0.018	0.037	0.027	0.049	0.046	5.4	7.88	3.35	2.95	S23
3.35	6.64	2.34	2.79	0.025	0.017	0.032	0.024	0.029	0.065	5.4	7.88	2.95	2.78	S24

بالدراسة على شريحة مترية من كل بلاطة سيكون التسليح في البلاطة المصمتة :

البلاطة	التسليح الموجب بالاتجاه القصير	التسليح الموجب بالاتجاه الطويل	التسليح السالب بالاتجاه القصير	التسليح السالب بالاتجاه الطويل
كل البلاطات	$6T12/m$	$6T10/m$	$6T10/m$	$6T12/m$

دراسة الجوائز :

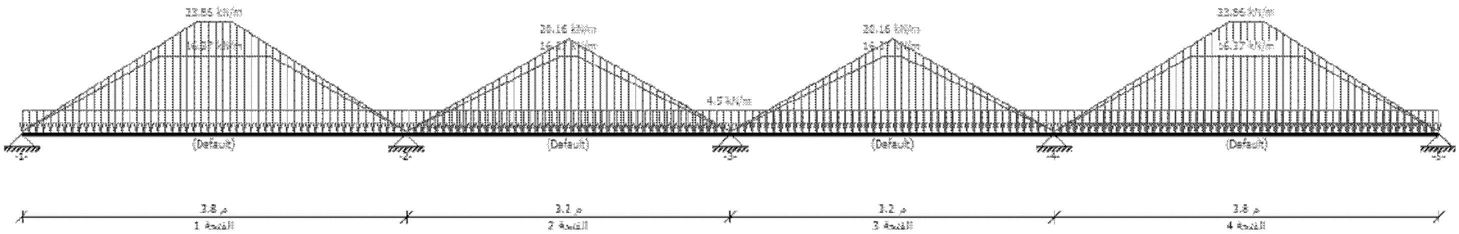
ندرس الجائز *B13* أبعاده *h=40 cm , b=30 cm* .

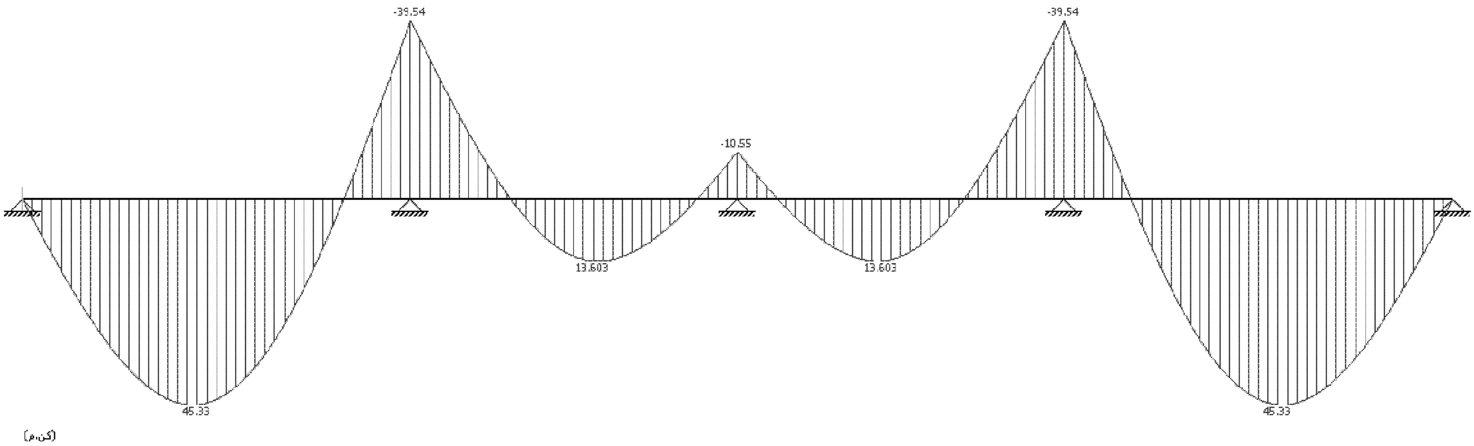
الحمولات المؤثرة على الجائز :

- وزن ذاتي :

$$G = 0,4 \times 0,3 \times 25 = 3 \ \ KN/m'$$
$$Gu = 4,5 \ \ KN/m'$$

- رد فعل منقول من البلاطات المجاورة .





- **حساب التسليح عند العزم الموجب الأعظمي :**

$Mu^{+} = 45,33\ KN.m\ , d = 370\ mm\ , a = 30\ mm$

$\alpha_b = \frac{535.5}{630+Fy} = \frac{535.5}{630+400} = 0.52$

$\alpha_{smax} = 0.75\ .\ \alpha b = 0.75 \times 0.52 = 0.39$

$A_0 = \frac{Mu}{\Omega.0.85 \times F'c \times b \times d^2} = 0.072 < 0.5$

$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 0.075 \implies$

$As = \frac{0.85.F'c.b.d.\alpha}{fy} = 354\ \ mm^2\ \ ok$

بالتالي نختار التسليح 14 T 3 .

- **حساب التسليح لشريحة مترية عند العزم السالب :**

$Mu^{-} = 39.54\ KN.m\ , a = 30\ mm\ , d = 370\ mm$

$A_0 = \frac{Mu}{\Omega.0.85 \times F'c \times b \times d^2} = 0.063 < 0.5$

$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 0.065 \implies$

$As = \frac{0.85.F'c.b.d.\alpha}{fy} = 307\ mm^2$

بالتالي نختار التسليح 14 T 2 .

- **دراسة القص على الجائز :**

من أجل قيمة القص العظمى :

$Vu = 63.76\ KN \rightarrow Ast = 88\ mm^2$

$A_{S\,T} \equiv 1C\emptyset 8/20\ cm$

ويجب وضع قضبان تعليق عند كل زاوية من الأسوارة بحيث لا تقل مساحة قضبان التعليق عن 15% من مساحة التسليح الرئيسي . تم اعتماد تسليح تعليق 2T10 .

ويكون جدول تسليح جوائز البلاطة المصمتة :

الجائز		الأبعاد		التسليح				
				السفلي	العلوي			الأساور
		B	*H*		يسار	تعليق	يمين	
B1	1	30	40	3T14	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B2	1	30	40	4T16	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
	3			3T12	3T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
	4			3T12	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
	5			3T12	2T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
	6			3T12	3T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
	7			3T12	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
	8			4T18	2T10+1T16	2T10	2T10+1T16	1CØ8/20 cm
	9			3T12	2T10	2T10	2T10+1T16	1CØ8/20 cm
B3	1	30	40	3T16	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B4	1	30	50	4T18	2T10+1T16	2T10	2T10+1T16	1CØ8/20 cm
B5	1	30	40	3T12	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B6	1	30	40	3T12	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B7	1	30	40	3T16	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B8	1	30	40	3T12	2T10	2T10	2T10+3T16	1CØ8/20 cm

	2			4T18	2T10+3T16	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B9	1	30	40	3T16	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B10	1	35	70	6T22	2T10+3T16	2T10	2T10+3T24	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10+3T24	2T10	2T10+1T12	1CØ8/20 cm
	3			3T16	2T10+1T12	2T10	2T10+2T14	1CØ8/20 cm
	4			3T12	2T10+2T14	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
	5			3T12	2T10	2T10	2T10+2T14	1CØ8/20 cm
	6			3T16	2T10+2T14	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B11	1	30	40	3T12	3T10	2T10	2T10+1T16	1CØ8/20 cm
	2			3T16	2T10+1T16	2T10	2T10+2T14	1CØ8/20 cm
	3			3T14	2T10+2T14	2T10	2T10+3T16	1CØ8/20 cm
	4			3T16	2T10+3T16	2T10	2T10+3T16	1CØ8/20 cm
	5			3T16	2T10+3T16	2T10	2T10+3T16	1CØ8/20 cm
	6			3T16	2T10+3T16	2T10	2T10+3T16	1CØ8/20 cm
	7			3T16	2T10+3T16	2T10	2T10+3T16	1CØ8/20 cm
	8			3T14	2T10+3T16	2T10	2T10+2T14	1CØ8/20 cm
	9			3T16	2T10+2T14	2T10	2T10+1T16	1CØ8/20 cm
	10			3T12	2T10+1T16	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B12	1	30	50	3T14	3T10	2T10	2T10+3T18	1CØ8/20 cm
	2			4T18	2T10+3T18	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B13	1	30	40	3T14	2T10	2T10	2T14	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T14	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B13	3	30	40	3T12	2T10	2T10	2T14	1CØ8/20 cm

	4			3T14	2T14	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B14	1	30	50	3T14	3T10	2T10	2T10+3T18	1CØ8/20 cm
	2			4T18	2T10+3T18	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B15	1	30	50	4T18	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B16	1	30	40	3T12	2T10	2T10	2T10+1T12	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10+1T12	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B17	1	30	50	4T18	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B18	1	30	40	3T16	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B19	1	30	40	3T16	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B20	1	30	40	3T16	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B21	1	30	50	4T18	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B22	1	30	50	4T18	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B23	1	30	50	4T18	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B24	1	30	40	3T16	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B25	1	30	40	3T16	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B26	1	30	40	3T16	2T10	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B27	1	30	50	4T18	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B28	1	30	50	4T18	3T10	2T10	3T10	1CØ8/20 cm
B29	1	30	40	3T14	2T10	2T10	2T10+1T12	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10+1T12	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
	3			3T12	2T10	2T10	2T10+1T12	1CØ8/20 cm
B29	4			3T14	2T10+1T12	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
B30	1	30	50	3T14	3T10	2T10	2T10+3T18	1CØ8/20 cm
	2			4T18	2T10+3T18	2T10	3T10	1CØ8/20 cm

B31	1	35	70	3T12	2T10	2T10	2T10+2T14	1CØ8/20 cm
	2			3T12	2T10+2T14	2T10	2T10+2T14	1CØ8/20 cm
	3			3T16	2T10+2T14	2T10	2T10	1CØ8/20 cm
	4			3T12	2T10	2T10	2T10+2T14	1CØ8/20 cm
	5			3T12	2T10+2T14	2T10	2T10+3T16	1CØ8/20 cm
	6			4T16	2T10+3T16	2T10	2T10+1T16	1CØ8/20 cm

الدَّرَجُ

المعطيات :

الدرج ذو ثلاث شواحط , ولدينا المعطيات :

$$f'c = 20\ MPa\ , fy = 400\ MPa$$

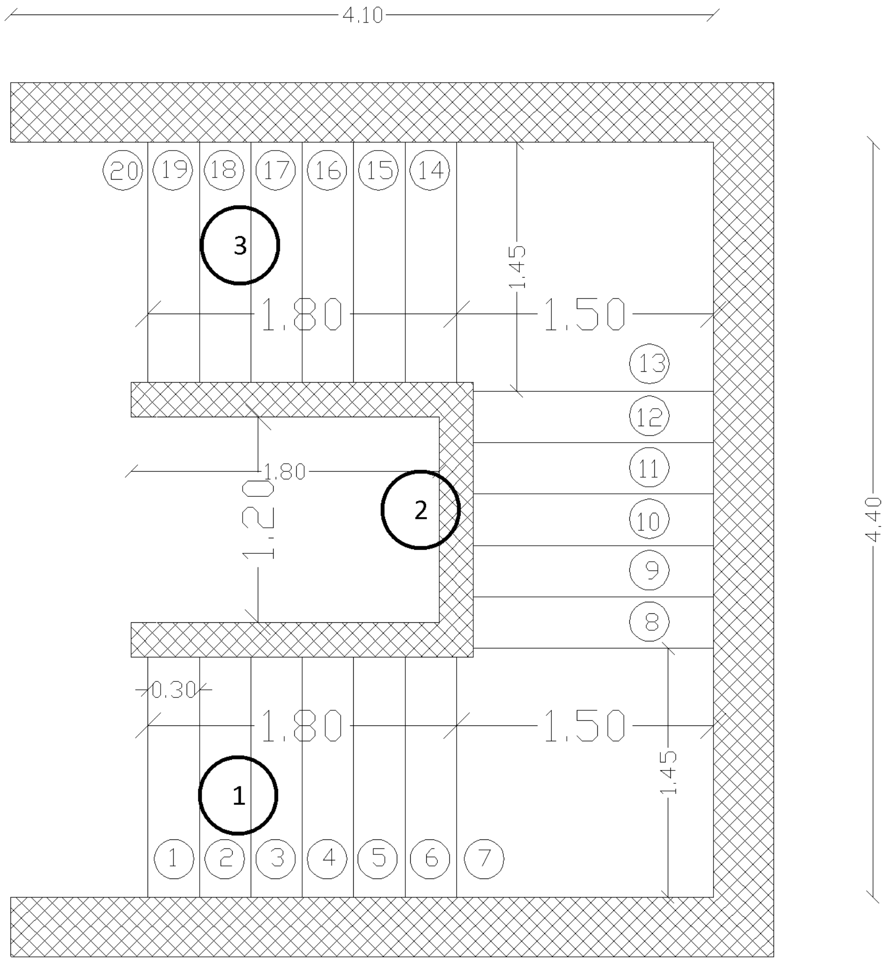
حمولة التغطية : $2\ KN/m2$

الحمولة الحية : $3\ KN/m2$

ويوجد درابزون بعرض $10\ cm$ وارتفاعه $1\ m$

حيث $\gamma = 18\ KN/m3$ لمادة الدرابزون .

أبعاد الدرجات : $16{,}25\ x\ 30\ cm$



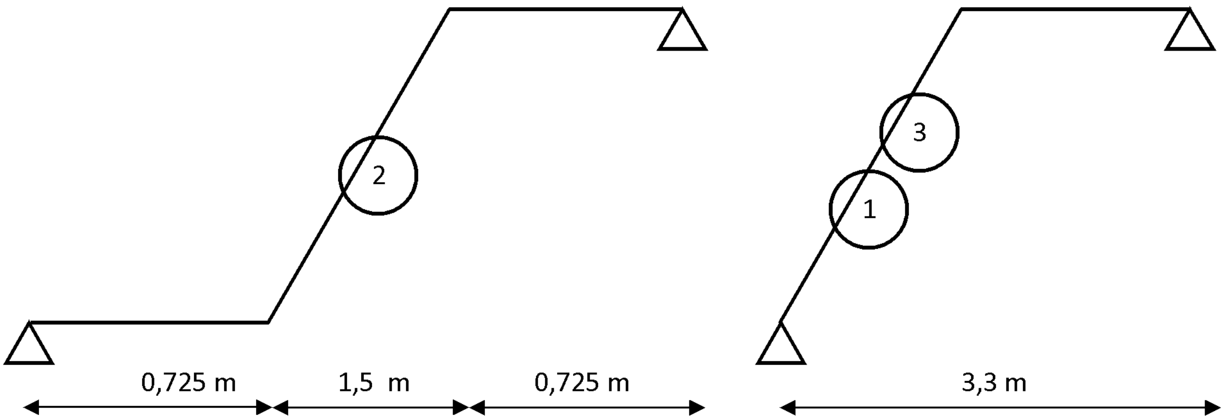
$$\alpha = 28{,}44^{o}$$

اختيار الجملة الإنشائية :

الردتان 1 و 3 تستندان إلى جدار حامل من جهة وإلى جائز من جهة أخرى ..

والردة 2 تستند على 1 و 3 .

أي بالشكل :



الارتفاع اللازم :

$$h = \frac{L}{25} = 13,2\ cm$$

الارتفاع اللازم :

$$h = \frac{L}{25} = 11,8\ cm$$

نختار $h = 15\ cm$.

تحليل الحمولات :

- **على الشاحط المائل :**

- تغطية :

$$G_1 = 2\ KN/m^2$$

- وزن ذاتي للدرجات :

$$G_2 = \frac{hs}{2} .25 = \frac{0,1625}{2} .25 = 2,03\ KN/m^2$$

- وزن ذاتي للشاحط :

$$G_3 = h .\frac{25}{cos\alpha} = 0,15 .\frac{25}{0,88} = 4,26\ KN/m^2$$

- وزن ذاتي للدرابزون :

$$G_4 = [\frac{t .h .\gamma}{b} /cos\alpha] = [\frac{0,1 .1 .18}{1,4} /cos\alpha] = 1,46\ KN/m^2$$

- حمولة حية :

$P = 3\ KN/m^2$

$G = 9{,}75\ KN/m^2 \rightarrow Wu = 1{,}5\ G + 1{,}8\ P = 20\ KN/m^2$

- **على الاستراحة الأفقية :**

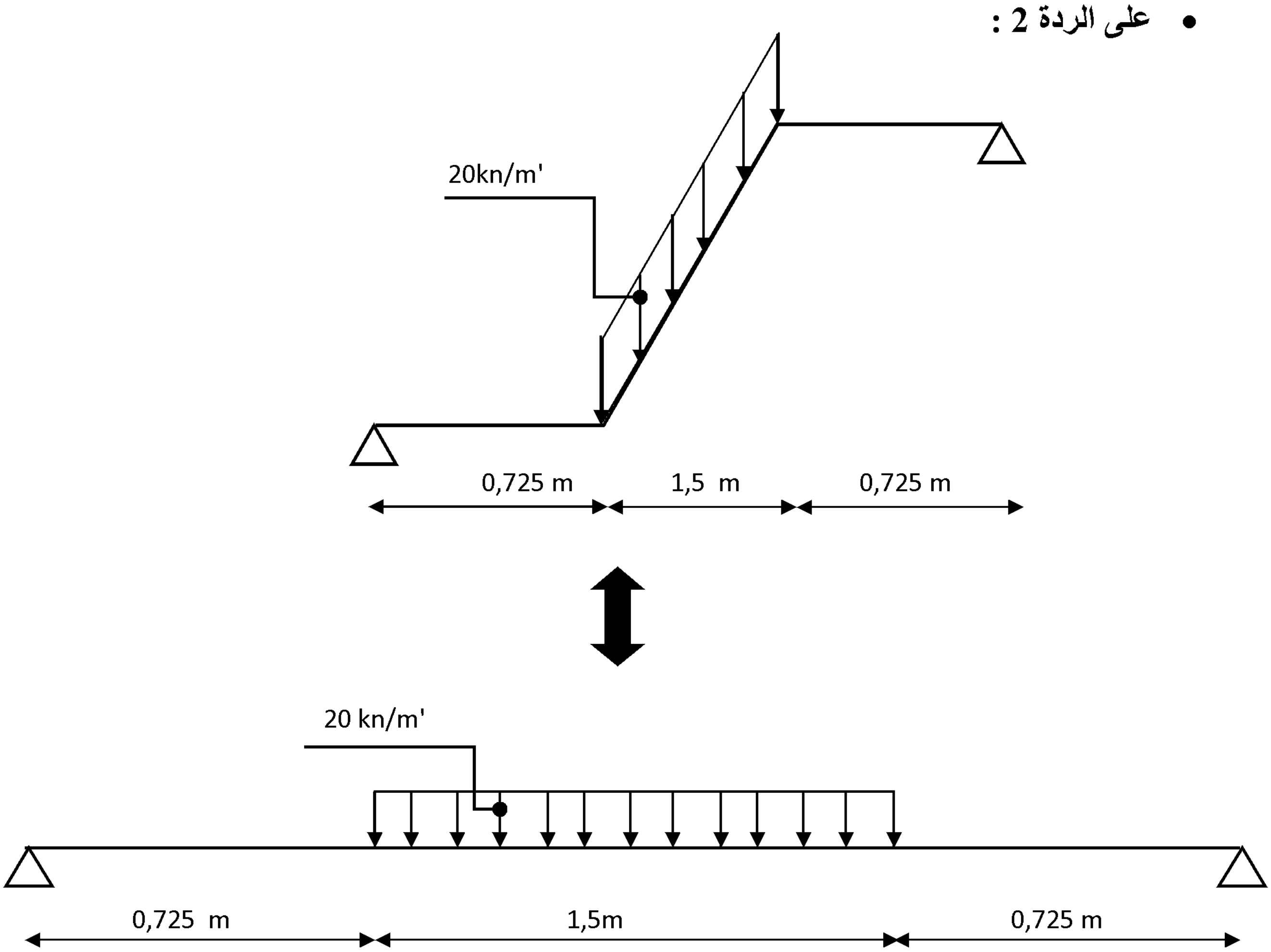
$G = [h\ .25 + g1\ ] = 0{,}15\ .25 + 2 = 5{,}75\ KN/m^2$

$P = 3\ KN/m^2$

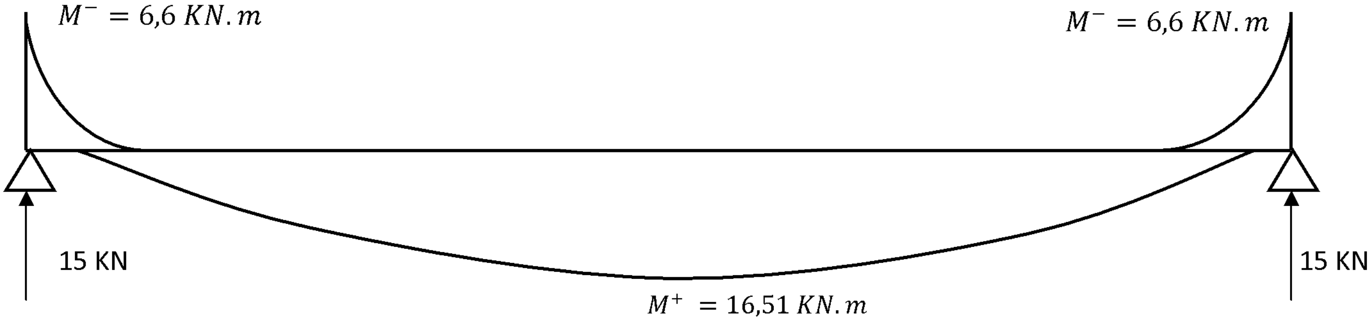
$Wu = 14\ KN/m^2$

نقل الحمولات :

- **على الردة 2 :**



ويكون مخطط العزوم وردود الأفعال :



حساب التسليح :

نأخذ شريحة مترية من الدرج حيث :

$$h = 15\ cm\ , b = 100\ cm\ , a = 2,5\ cm\ , d = 12,5\ cm$$

ويتم الحساب بالطريقة الحدية :

- **التسليح عند العزم الموجب الأعظمي $M+ = 16,51\ KN.m$:**

$$\alpha_b = \frac{535.5}{630+Fy} = \frac{535.5}{630+400} = 0.52$$

$$\alpha_{max} = 0.75 \times \alpha_b = 0.75 \times 0.52 = 0.39$$

$$Ao = \frac{Mu}{\Omega.0.85 \times F'c \times b \times d^2} = 0.069 < 0.5$$

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 0.072 < \alpha_{max}$$

$$As = \frac{0.85.F'c.b.d.\alpha}{fy} = 381\ mm^2$$

$$\mu_{s\,\min} = \frac{0.9}{fy} = \frac{0.9}{400} = 0.00225$$

$$\mu_s = \frac{AS}{b.d} = \frac{381}{1000 \times 125} = 0.0031 > \mu_{s\,min} \implies As = 381\ mm$$

نختار التسليح الرئيسي السفلي : $6H10/m'$

حساب التسليح الثانوي السفلي :

$$As \geq \begin{cases} 0.25\ As = 96\ mm^2 \\ 0.0012\ bd = 150\ mm^2 \end{cases} \rightarrow As = 150\ mm^2$$

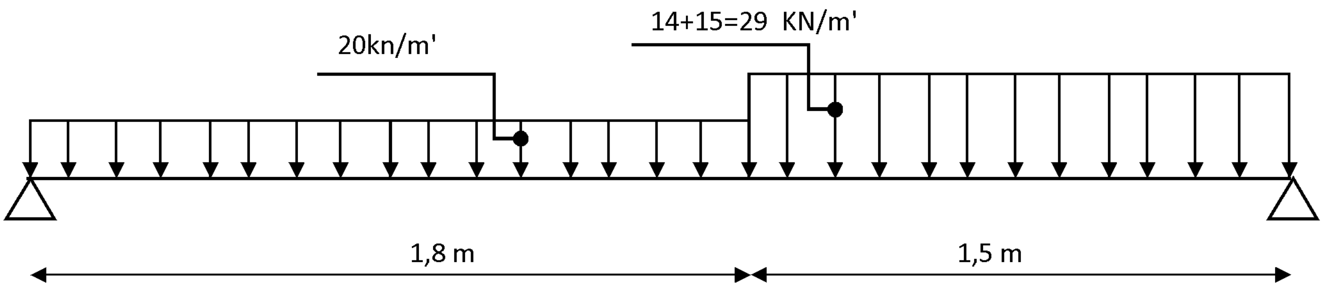
نختار التسليح الثانوي السفلي : $5H8/m' \equiv 251\ mm2$.

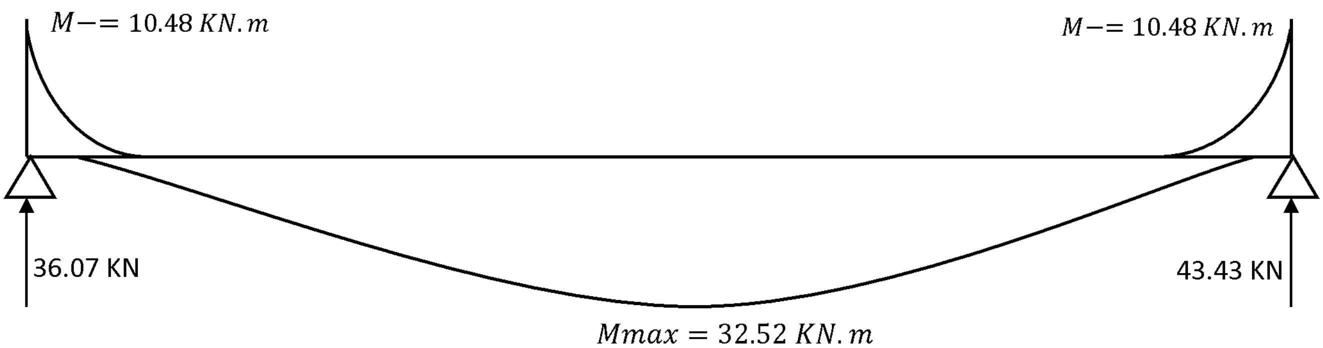
- **التسليح عند العزم السالب الأعظمي :**

الرئيسي $As = 149\ mm\ \equiv\ 5H8/m'$

الثانوي $As = 5H8/m'$

- **نقل الحمولات إلى الردتين 1 و3 :**





حساب التسليح :

نأخذ شريحة مترية من الدرج حيث :

$$h = 15\ cm\ , b = 100\ cm\ , a = 2,5\ cm\ , d = 12,5\ cm$$

ويتم الحساب بالطريقة الحدية :

- **التسليح عند العزم الموجب الأعظمي $M+ = 32,52\ KN.m$:**

$$\alpha_b = \frac{535.5}{630+Fy} = \frac{535.5}{630+400} = 0.52$$

$$\alpha_{max} = 0.75 \times \alpha_b = 0.75 \times 0.52 = 0.39$$

$$Ao = \frac{Mu}{\Omega .0.85 \times F'c \times b \times d^2} = 0.136 < 0.5$$

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 0.147 < \alpha_{max}$$

$$A\ s = \frac{0.85.F^{'}c.b.d.\alpha}{fy} = 780\ \ mm^2$$

$$\mu_{s\ min} = \frac{0.9}{fy} = \frac{0.9}{400} = 0.00225$$

$$\mu_s = \frac{AS}{b.d} = \frac{780}{1000 \times 125} = 0.006 > \mu_{s\ min} \quad ok$$

نختار التسليح الرئيسي السفلي : $6H14/m'$

حساب التسليح الثانوي السفلي :

$$As \geq \begin{cases} 0.25\ As = 195\ \ mm^2 \\ 0.0012\ bd = 150\ mm^2 \end{cases} \gg As = 195\ mm^2$$

نختار التسليح الثانوي السفلي : $5H8/m' \equiv 251\ mm2$.

- **التسليح عند العزم السالب الأعظمي :**

الرئيسي $As = 238\ mm \equiv 5H10/m'$

الثانوي $As = 5H8/m'$

اشتراطات التسليح : يجب مراعاة ما يلي :

- التباعد بين قضبان التسليح الرئيسي :

التباعد $\leq \begin{cases} 2t \\ 20\ cm \end{cases}$

- التباعد بين قضبان التسليح الثانوي :

التباعد $\leq \begin{cases} 3t \\ 25\ cm \end{cases}$

- القطر المستخدم في التسليح الرئيسي أو الثانوي :

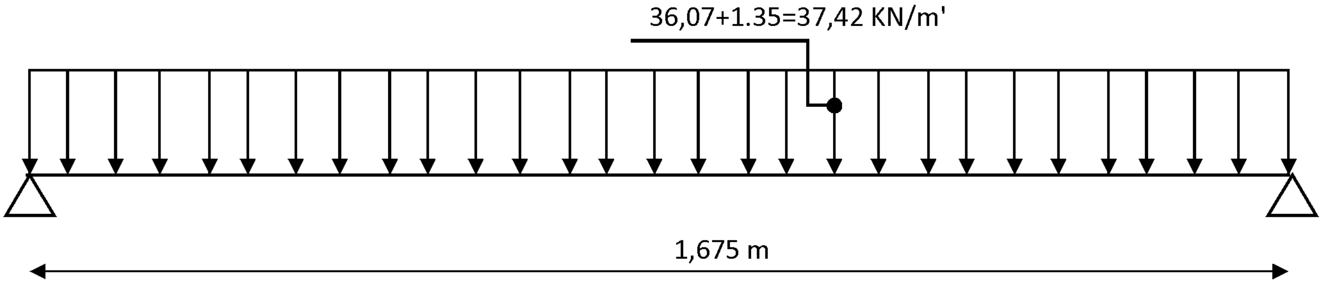
$6 < \emptyset < t/10$

تصميم الجائز الحامل للدرج :

بفرض أبعاده (b=30 , h=15)

يتعرض للحمولات التالية :

- رد فعل منقول من الشاحط : $R = 36.07\ KN/m'$.
- وزن ذاتي للجائز $G = 0,18 \times 0,3 \times 25 = 1,35\ KN/m'$.

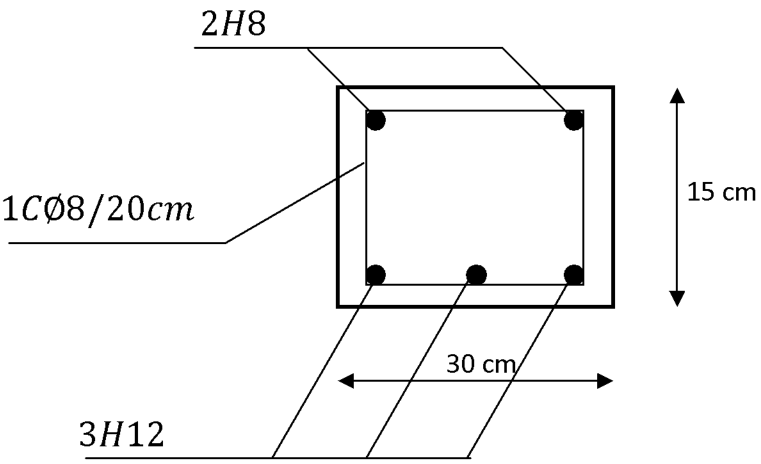


نحسب العزم الأعظمي والقص الأعظمي في الجائز فينتج :

$Mmax+= 13,12\ KN/m' \Rrightarrow\ As = 325\ mm^2\ \Leftrightarrow 3H12$

$Mmax-= 4.37\ KN/m' \Rrightarrow\ As = 100\ mm^2\ \Leftrightarrow 2H8$

$Qmax = 31.34\ KN \Rrightarrow\ As = 88\ mm^2\ \Leftrightarrow 1C\emptyset 8/20cm$



الأَعْمِدَة

العلاقة الحسابية للأعمدة :

تم تصميم الأعمدة على الضغط المركزي باستخدام العلاقة :

$$Nu = 0,8.\Omega.(0,85.f'c.A'c + fy.A's).\frac{1}{Ke}.\frac{1}{Kb}$$

Ω : معامل خفض المقاومة وتؤخذ قيمته *0.7* .

Ke : معامل أثر العزوم الطارئة (عامل التكافؤ) وتوخذ قيمته من الجدول (8-2-أ) (8-2-ب) من الكود ص 170 .

Kb : معامل التحنيب وتؤخذ قيمته من الجدول (10-3) ص251 .

حيث يعتبر العمود قصيراً عندما لا تزيد نسبة نحافته عن *40* أي $\lambda = \frac{L_0}{i} < 40$

وبعدم تحقق الشرط السابق فإنه يجب ادخال أثر للتحنيب في حساب العناصر المضغوطة الخاضعة للضغط البسيط بالاضافة الى الشرطيين التاليين :

- يجب أن يكون المقطع المضغوط مربعاً أو مستطيلاً متناظراً .
- ألا تقل مساحة التسليح الموجودة في كل طرف من طرفي المقطع بالاتجاه المقاوم للتحنيب عن *0.003* من مساحة المقطع الكلية .

وألا تزيد نحافة العمود عن 80 . كود بند (10-3-3-4) ص 250 .

اشتراطات مساحات التسليح الطولي للأعمدة :

تحدد مساحات التسليح العظمى للعناصر المضغوطة محورياً (*0.05 Ac*) أينما كان موقع العمود (مع مراعاة تخفيض هذه المساحة للنصف في أعمدة المنشآت المحتمل تعرضها للزلازل)

وتفادياً لكثافة التسليح الطولي يفضل في معظم الحالات العملية أن لا تزيد مساحة التسليح الطولي عن 0.03 Ac .

وفي جميع الأحوال يجب أن لا تزيد مساحة التسليح الطولي في منطقة اتصال عمودين متتاليين عن 0.08 Ac .

اشتراطات التسليح الطولي للأعمدة :

لا يقل التسليح الطولي في كل عمود مضلع عن قضيب واحد في كل زاوية وفي الأعمدة الدائرية عن ستة قضبان .

لا يقل قطر التسليح الطولي العامل عن *12 mm* .

لا يزيد التباعد بين قضبان التسليح الطولي عن *300mm* أو اصغر بعد للعمود أيهما أصغر .

اشتراطات التسليح العرضي للأعمدة :

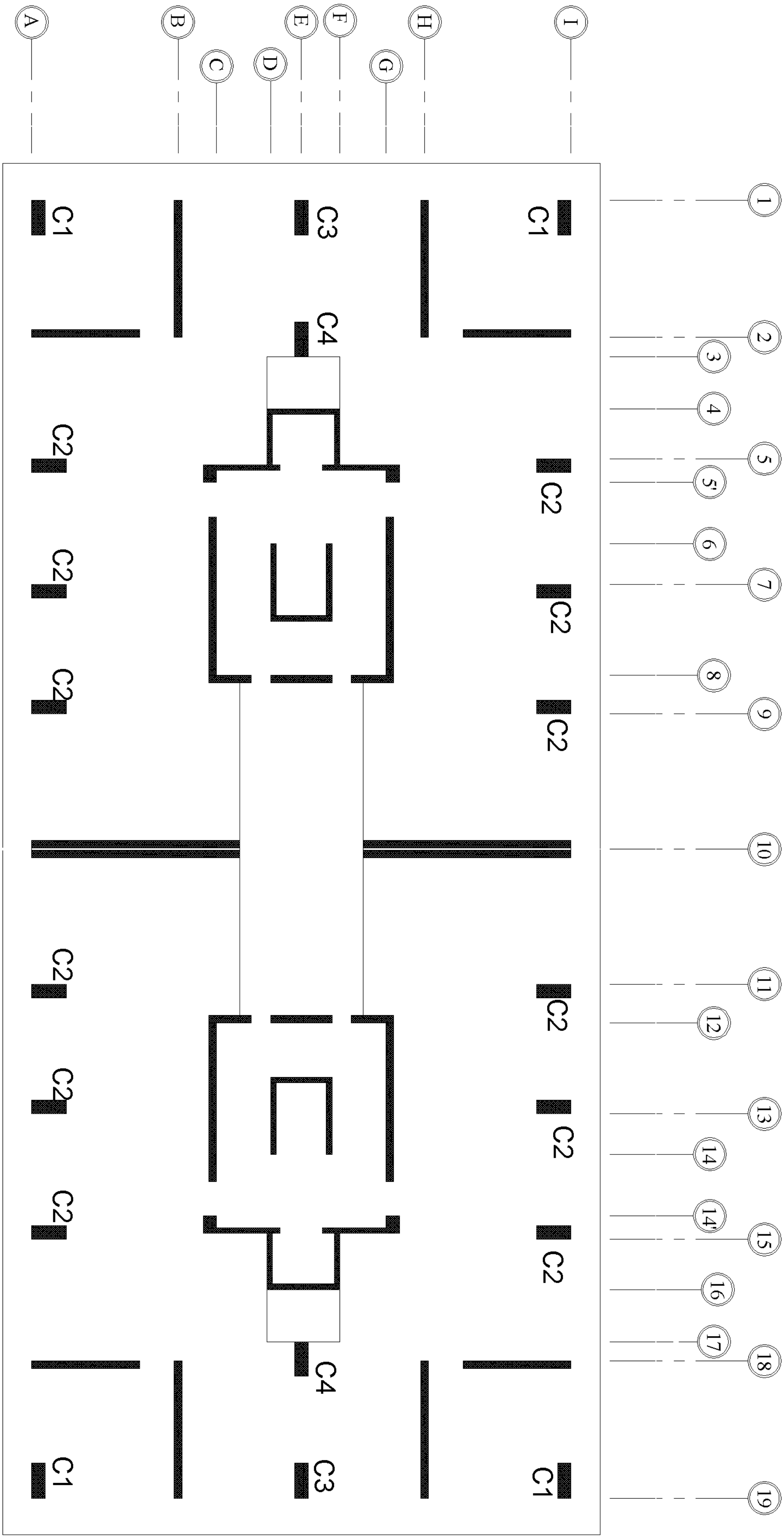
في الأعمدة المستطيلة يتم تركيب التسليح العرضي بحيث يربط كل قضيب طولي بفرعي اسوارة لا تزيد الزاوية بينهما على *135*درجة الا اذا كان التباعد بين قضبان التسليح الطولي أقل من *150 mm* فيمكن أن يكتفى بتحقيق هذا الشرط على قضبان الزوايا ومن ثم على القضبان الوسطية بالتناوب

لا يقل قطر الأساور عن ثلث قطر قضبان التسليح الطولي أو $6mm$ أيهما أكبر , ولا يزيد عن $12mm$, ويزداد القطر الأدنى الى $8mm$ اذا زادت مساحة مقطع العمود على $0.25m^2$

لا يقل تباعد الأساور عن $100mm$ ولا يزيد على 15 مرة أصغر قطر قضيب تسليح مربوط بالإسوارة ولا على عرض العمود ولا على $300mm$

تكثف الأساور في مناطق وصل القضبان بحيث يتضاعف عدد الأساور في هذه المناطق .

والمخطط التالي يبين توزع الأعمدة :


A
B
C
D
E
F
G
H
I
1
2
3
4
5
5'
6
7
8
9
10
11
12
13
14
14'
15
16
17
18
19
C1
C2
C3
C4

الدراسة الإنشائية :

كمثال على دراسة الأعمدة ندرس العمود C2 الموجود في الطابق الأرضي :

مقطع العمود 70x35 حمولته : *Nu=2886 KN*

التحقق من نحافة العمود :

$$\lambda = \frac{Lo}{b} = \frac{325 .\sqrt{12}}{35} = 32 < 40$$

بالتالي العمود قصير .

العمود طرفي وبالتالي $ke = 1.1$.

$$2886 \times 10^3 = 0.8 \times 0.7(0.85 \times 20 \times 700 \times 350 + As \times 400) \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1.1}$$

$$As = 3760\ mm^2 \equiv 10T22$$

التحقق من نسبة التسليح :

$$0.025 > \mu_s = \frac{As}{Ac} = 0.015 > 0.01 \quad \text{ok}$$

ونختار خطوة الأسوارة 20 cm .

ويكون تسليح الأعمدة :

القبو والأرضي							
العمود	B	H	Ke	Nu (KN)	التسليح الطولي	التسليح العرضي	
						الوسط	الطرفين
C1	60	35	1.2	2319	8T24	$2C\emptyset8$/20cm	$2C\emptyset8$/15cm
C2	70	35	1.1	2886	10T22	$2C\emptyset8$/20cm	$2C\emptyset8$/15cm
C3	60	35	1.1	2554	8T24	$2C\emptyset8$/20cm	$2C\emptyset8$/15cm
C4	40	30	1.1	1382	8T16	$2C\emptyset8$/20cm	$2C\emptyset8$/15cm

الأول والثاني							
العمود	B	H	Ke	Nu(KN)	التسليح الطولي	التسليح العرضي	
						الوسط	الطرفين
C1	60	35	1.2	2117	6T22	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C2	60	35	1.1	2524	8T24	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C3	55	35	1.1	2226	6T24	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C4	40	30	1.1	1015	8T14	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm

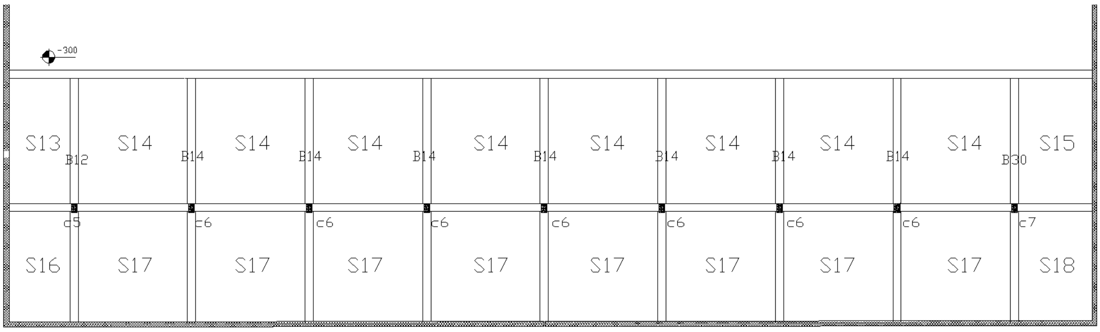
الثالث والرابع							
العمود	B	H	Ke	Nu(KN)	التسليح الطولي	التسليح العرضي	
						الوسط	الطرفين
C1	55	30	1.2	1634	6T20	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C2	55	30	1.1	1968	8T20	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C3	50	30	1.1	1712	6T20	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C4	40	30	1.1	745	8T14	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm

الخامس والسادس							
العمود	B	H	Ke	Nu(KN)	التسليح الطولي	التسليح العرضي	
						الوسط	الطرفين
C1	50	25	1.2	1162	6T16	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C2	50	25	1.1	1408	8T16	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C3	45	25	1.1	1214	6T16	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C4	40	25	1.1	514	6T14	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm

السابع والثامن والتاسع

العمود	B	H	Ke	Nu(KN)	التسليح الطولي	التسليح العرضي	
						الوسط	الطرفين
C1	40	25	1.6	695	6T16	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C2	40	25	1.5	845	6T18	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C3	40	25	1.5	725	6T16	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm
C4	40	25	1.5	302	6T14	2CØ8/20cm	2CØ8/15cm

دراسة مجموعة الأعمدة في القبو :

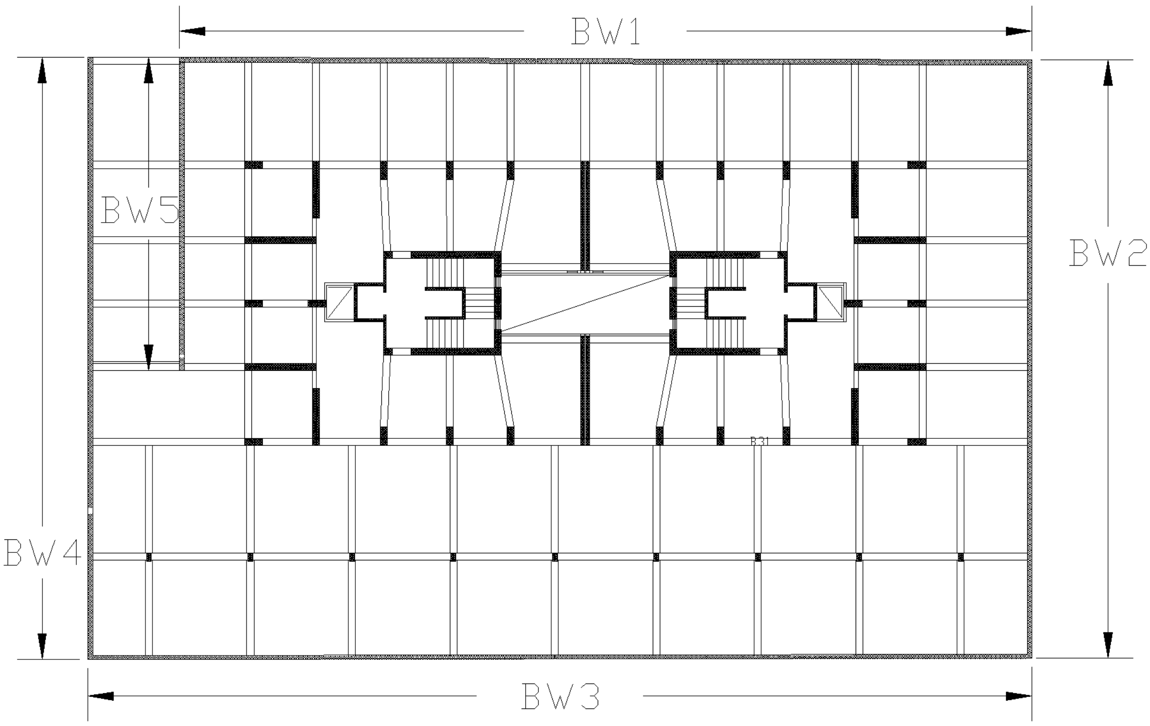


القبو

العمود	B	H	Ke	Nu(KN)	التسليح الطولي	التسليح العرضي	
						الوسط	الطرفين
C5	40	25	1	350	6T14	1CØ8/20cm	1CØ8/15cm
C6	40	25	1	410	6T14	1CØ8/20cm	1CØ8/15cm
C7	40	25	1	350	6T14	1CØ8/20cm	1CØ8/15cm

الجدران الاستنادية

المخططات :



مخطط توزع الجدران الاستنادية حول المبنى

تصميم الجدار BW1 :

المعطيات :

ضغط التربة المسموح به : $\sigma_{all} = 3\ kg/cm^2$.

الوزن النوعي : $\gamma = 1.85\ t/m^3$.

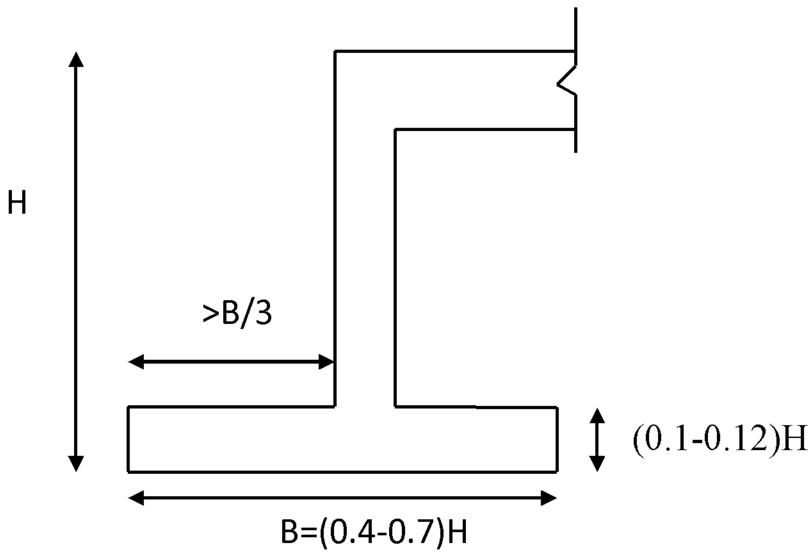
زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة : $Ø = 30°$.

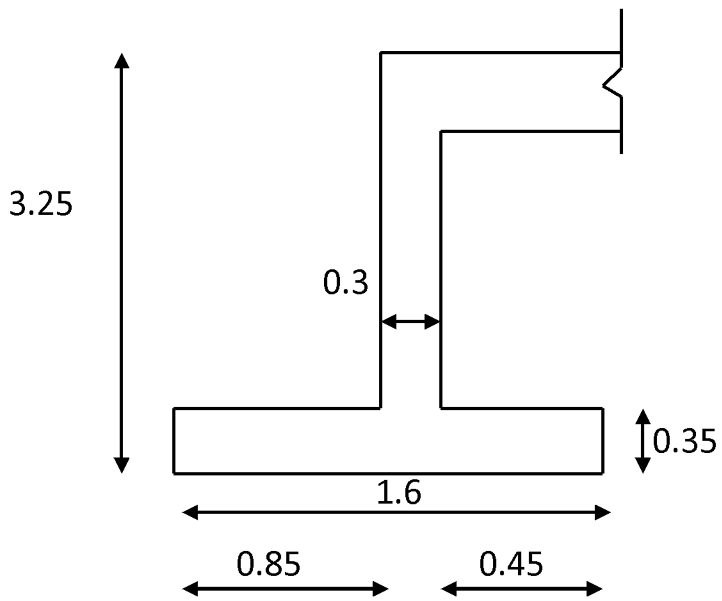
الحمولة المنقولة من البلاطة : 34 KN/m' .

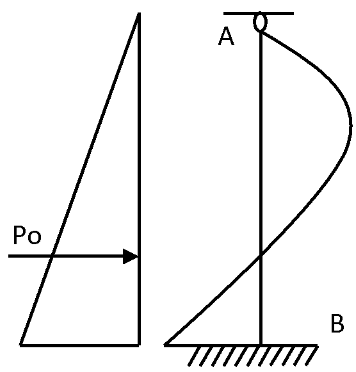
ارتفاع الجدار 3.25 m .

أبعاد الجدار :

نفرض الأبعاد بالشكل التالي :







يخضع الجدار لدفع التربة في وضع الراحة , ويكون :

$$ko = (1 - sin\emptyset) = 0.5$$

علاقات تصميم الجذع :

حساب ضغط التربة عند B :

$$q_B = \gamma . H . Ko = 18.5 \times 3.25 \times 0.5 = 30\ KN/m^2\ /m'$$

$$Po = 0.5 \times 30 \times 3.25 = 48.75\ KN/m'\ /m'$$

وتكون العزوم :

$$M^-_{max} = q_B . \frac{L^2}{15} = 21.13\ KN.m\ /m'$$

$$M^+_{max} = q_B . \frac{L^2}{33.6} = 9.43\ KN.m\ /m'$$

وردود الأفعال :

$$R_B = \frac{2}{5} . q_B . L = 39\ \ KN/m'$$

$$R_A = \frac{1}{10} . q_B . L = 9.75\ \ KN/m'$$

ندرس مقطع عند B أبعاده m (0.3 X 1) .

الدراسة الإنشائية :

يصمم على الطريقة الكلاسيكية على أنه مقطع خاضع للضغط اللامركزي حيث يخضع لعزم مقداره $21.13\ KN.m$.

وقوة ناظمية مقدارها N تمثل رد الفعل المنقول من البلاطة والوزن الذاتي للجدار :

$$N = Q + G = 34 + 0.3 \times 3.25 \times 25 = 58.38\ KN$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{21.13}{34+7.5} = 0.36\ m > 0.3\ Ht = 0.3 \times 0.3 = 0.09$$

وبالتالي اللامركزية صغيرة

نعتمد طريقة العزم الوهمي في الحل , حيث نعتبر المقطع خاضع لعزم وهمي قيمته $Ms = N.es$.

حيث es تعطى بالعلاقة :

$$es = e + \frac{ht}{2} - a = 0.36 + \frac{0.3}{2} - 0.03 = 0.48\ m$$

$$Ms = N.es = 58.38 \times 0.48 = 28.02\ KN.m$$

$$\overline{\sigma_s} = 0.55fy = 0.55 \times 400 = 220\ Mpa$$

$$\overline{\sigma_b} = 0.4fy = 0.55 \times 20 = 8\ Mpa$$

$$\gamma o = \frac{n.\overline{\sigma_b}}{\overline{\sigma_s}} = 0.545$$

$$\gamma x = \frac{\gamma o}{1+\gamma o} = 0.353$$

$$\gamma z = 1 - \frac{\gamma x}{3} = 0.882$$

$$\gamma h = \sqrt{\frac{2}{\gamma x.\gamma z}} = 2.534$$

$$Wa = \frac{n\ .Ms}{\overline{\sigma_s}\ .b\ .d^2} = 0.026$$

$$Wb = \gamma x.\frac{\gamma z}{2} = 0.156$$

$$\sigma_b = \frac{Ms}{w_b.b.d^2} = \frac{28.02\times 10^6}{0.156\times 1000\times 270^2} = 2.464 < \overline{\sigma_b}$$

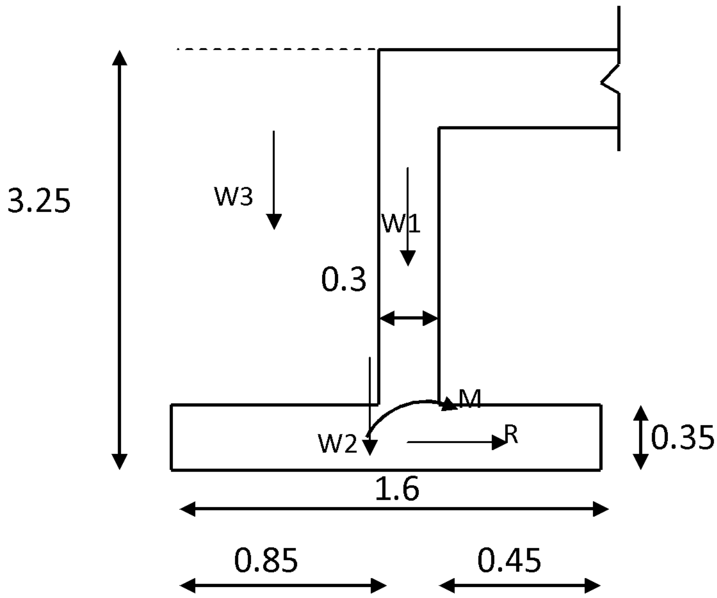
التسليح أحادي

$$As = \frac{Ms}{\gamma_z.d.\sigma_s} = \frac{28.02\times 10^6}{0.882\times 270\times 220} = 535\ mm^2 < Asmin \Longrightarrow 6T12/\mathrm{m}'$$

نحسب التسليح عند العزم الموجب $M^+_{max} = 9.43\ KN.m\ /m'$

وبالتالي يكون التسليح $6T12/\mathrm{m}'$

تصميم القاعدة :



نحسب العزم بالنسبة لمحور القاعدة :

$$W1 = q + g1 = 34 + 0.3 \times 3.25 \times 25 = 58.38\ KN/m'$$

$$W2 = 1.6 \times 0.35 \times 25 = 14\ KN/m'$$

$$W3 = 0.85 \times 3.25 \times 18 = 49.73\ KN/m'$$

$$\sum W = 122.1\ KN/m'$$

العزم المنقول من الجسد:

$$M' = 21.13\ KN.m/m'$$

والعزوم الناتجة عن الأحمال :

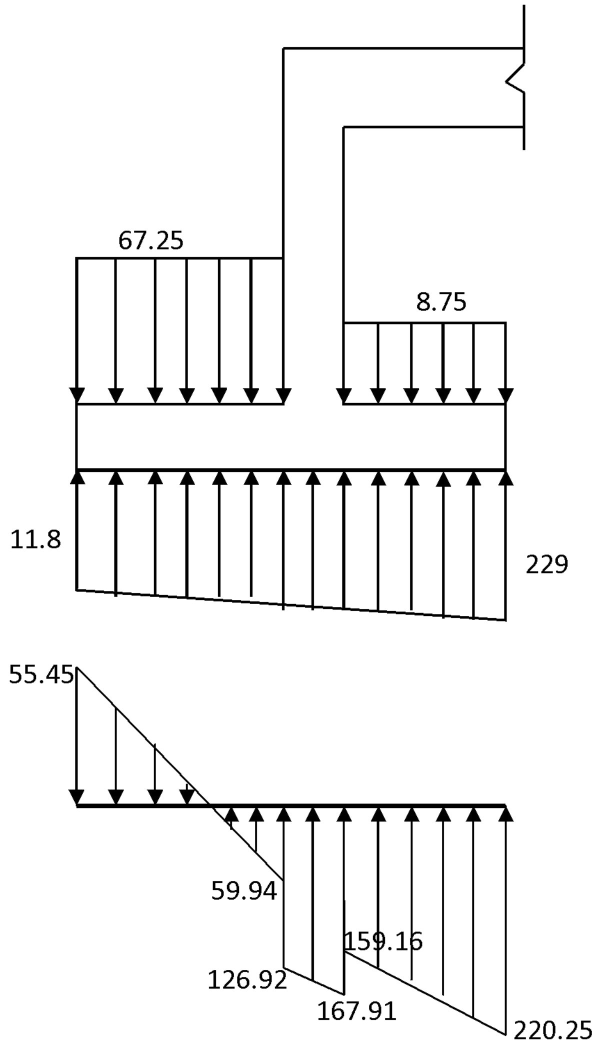
$$M1 = W1.e1 = 58.38 \times 0.2 = 11.68\ KN.m/m'$$

$$M3 = 18.65\ KN.m/m'$$

$$\sum M = 51.46\ KN.m/m'$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{65.11}{122.1} = 0.421\ m$$

$$\sigma_{min}^{max} = \frac{122.1}{1.6\times1} = (1 \mp \frac{6\times0.421}{1.6})\begin{cases}\sigma max = 229\ KN/m^2\\ \sigma min = 11.77\ KN/m^2\end{cases} < 3\ kg/cm2\ \underline{ok}$$



باعتبار القدم والكعب موثوقين في الجدار نجد :

بالنسبة للكعب :

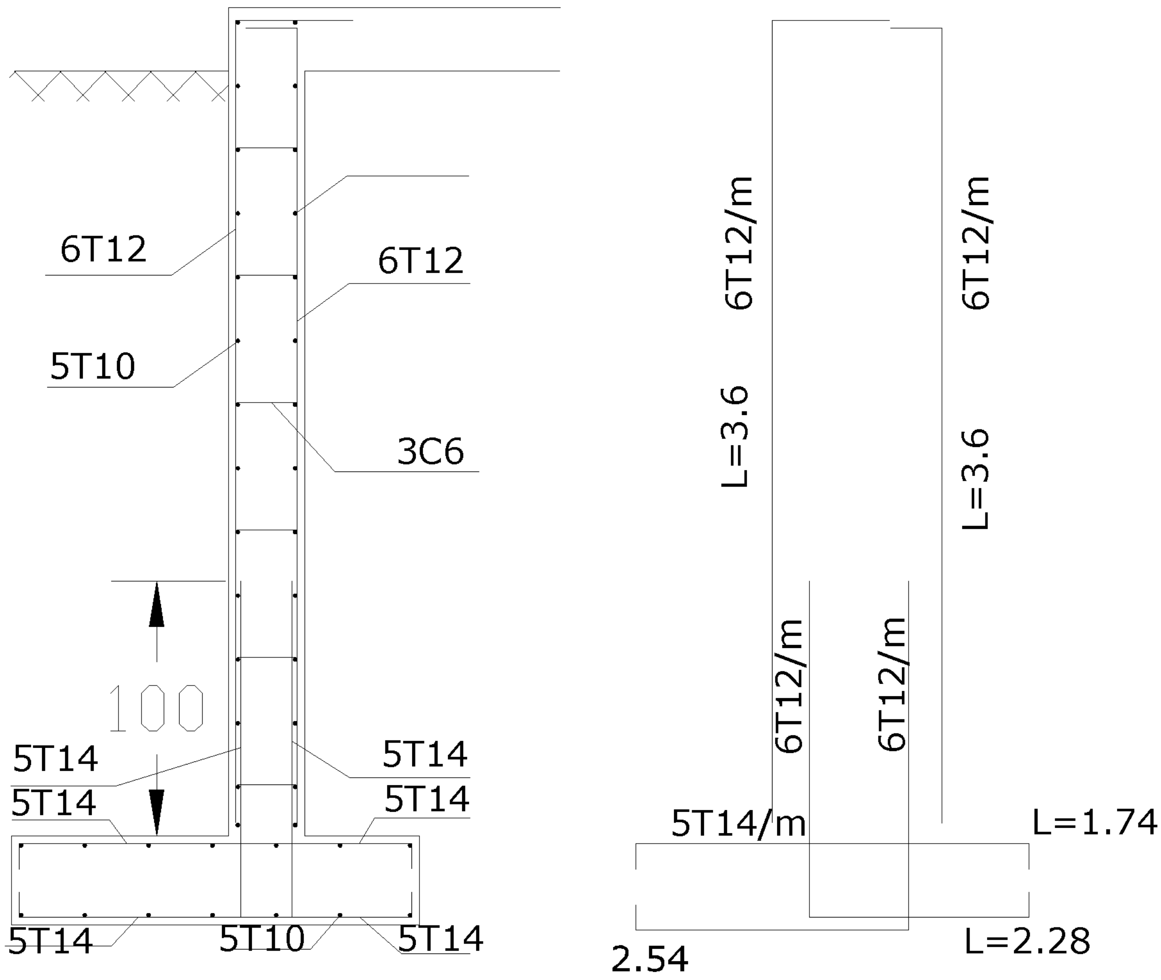
$$Mmax = -6.14\ KN.m/m' \rightarrow As = 480\ mm^2 < Asmin = 700\ mm^2$$

التسليح إنشائي ونختار $5T14$.

بالنسبة للقدم :

$$Mmax = 20.26\ KN.m/m'$$

والتسليح إنشائي أيضاً , نختار $5T14$.



نعمم هذا التصميم على كافة جدران القبو في المبنى بسبب تقارب الحمولات .

ملاحظة :

في الجدار BW5 يكون محور الجسد فيه منطبق على محور القاعدة .

الفواصل في جدران الأقبية :

- **فاصل الصب :**

يراعى عند توقف الصب ما يلي :

- ألا يكون مكان قص أعظمي أو عزم أعظمي .
- يجب أن يكون البحص بارز ومكان الفاصل خشن .
- لا يتوقف الصب لزمن كبير حتى لا يتصلب البيتون بشكل كامل .

لذا يجب أن نعالج منطقة الفاصل بواسطة الفراشي المعدنية وإزالة الملاط وغسل مكان الفاصل بالماء بشكل غزير .

- **فاصل التمدد :**

نضع في حالتنا فواصل تمدد في وسط المسافة الطولية لكل جدار .

حيث يجب أن يكون البعد بين كل فاصلين بين 20 m والـ 40 m . ونقوم بإيقاف حديد التسليح كاملاً .

ونختار عرض الفاصل 3 cm .

الدراسة الزلزالية

الطريقة المستعملة في تصميم وحساب مقاطع التسليح للعناصر :

سيتم حساب وتصميم مقاطع العناصر وحساب التسليح لها بالطريقة الحدية (طريقة حالة الحد الأقصى) وهي الطريقة التي يعتمدها الكود العربي السوري وذلك وفقاً للاصطلاحات التالية :

DL : الأحمال الدائمة (الميتة)

LL : الأحمال المؤقتة (الحية)

Ex : الأحمال الزلزالية وفقاً للمحور X .

Ey : الأحمال الزلزالية وفقاً للمحور Y .

التراكيب المستعملة في التصميم :

$$1,2.D + Em + L.f1$$

$$0,9.D \pm Em$$

D : الأحمال الميتة .

L : الأحمال الحية .

E : الأحمال الناتجة عن الزلازل والتي تساوي :

$$Em = \rho.Eh + Ev$$

Eh : الأحمال الأفقية الناتجة عن الزلازل المحسوبة بالطريقة الستاتيكية الثانية .

Ev : تعطى بالعلاقة :

$$Ev = 0,5.Ca.I.D = 0.125 \times D$$

ρ : معامل الوثوقية أو عدم التقرير , يحسب بالعلاقة :

$$1 \leq \rho = 2 - \frac{6.L}{rmax.\sqrt{Ab}} \leq 1,5$$

Ab : مساحة الطابق الأرضي للمنشأة .

$rmax$: القيمة العظمى لـ ri .

ri : هي النسبة بين أكبر قوة قص في الجدران منسوبة إلى قوة القص الكلية عند المنسوب i .

$f1$: $1 =$ للأسقف المتكررة التي أحمالها الحية تزيد عن $5\ KN/m^2$.

$0.5 =$ للأسقف المتكررة التي أحمالها الحية أقل من $5\ KN/m^2$.

$0,7=$ للأسقف النهائية والتي لها شكل خاص (سن المنشار) أو التي لا يمكن إبعاد الأحمال الناتجة عن الثلج فيها .

$0,2=$ باقي الأسقف النهائية .

وبالتالي تكون التراكيب المعتمدة في التصميم :

$$1,325. D + Eh + 0,5. L$$

$$1.025. D \pm Eh$$

معطيات التصميم :

المطلوب إجراء تحليل زلزالي لمبنى سكني مؤلف من أحد عشر طابقاً هي القبو , الأرضي و تسعة طوابق متكررة . ارتفاعاتها ومساحة كل منها مبينة بالجدول التالي :

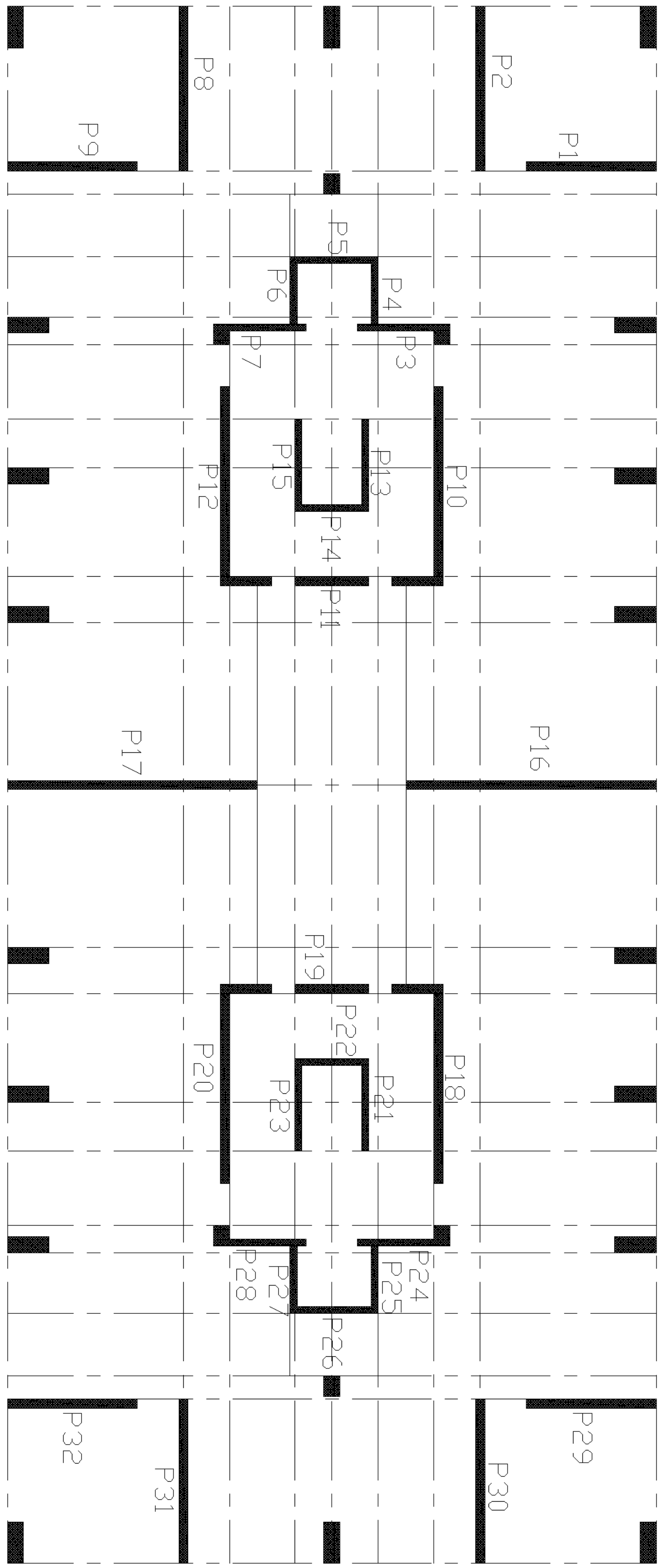
الطابق	المساحة m^2	الارتفاع m	الارتفاع الكلي m
9	576	3.25	35.5
8	576	3.25	32.25
7	576	3.25	29
6	576	3.25	25.75
5	576	3.25	22.5
4	576	3.25	19.25
3	576	3.25	16
2	576	3.25	12.75
1	576	3.25	9.5
الأرضي	470	3.25	6.25
القبو	470	3	3

يقع المبنى في المنطقة الزلزالية 2C .

قدرة تحمل تربة الموقع 3 kg/cm2

ونموذج المقطع الشاقولي للتربة من الناحية الزلزالية هو SB , ومصنفة على أنها صخر .

والمسقط التالي يبين توزع الجدران في المسقط الأفقي وتسمياتها :


P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
P18
P19
P20
P21
P22
P23
P24
P25
P26
P27
P28
P29
P30
P31
P32

حساب وزن المبنى يدوياً :

- **الأحمال الموزعة بانتظام على المتر المربع الأفقي للطوابق ذات بلاطة الهوردي :**

- بلاطة الهوردي (18 + 7 cm)

وزن بلاطة التغطية :

$$0.07 \times 2500 = 175\ Kg/m^2$$

وزن الأعصاب :

$$0.18 \times 0.165 \times 2500/0.55 = 135\ Kg/m^2$$

وزن بلوك الهوردي :

$$13 \times 10 = 130\ Kg/m^2$$

مجموع أوزان بلاطة الهوردي = $440\ Kg/m^2$.

- بقية الأوزان الميتة :

فرق أوزان الجوائز وأوزان الأعمدة = $200\ Kg/m^2$

فرق أوزان التغطية للأرضيات = $200\ Kg/m^2$

أوزان قواطع البلوك للأعمدة والجدران الوسطية = $200\ Kg/m^2$

أوزان قواطع البلوك للأعمدة والجدران الطرفية = $400\ Kg/m^2$

أوزان قواطع البلوك للأعمدة الركنية $600\ Kg/m^2$

- مجموع الأوزان الميتة :

الأحمال الميتة للأعمدة والجدران الوسطية = $1040\ Kg/m^2$.

الأحمال الميتة للأعمدة والجدران الطرفية = $1240\ Kg/m^2$.

الأحمال الميتة للأعمدة الركنية = $1440\ Kg/m^2$.

- **الأحمال الموزعة بانتظام على المتر المربع الأفقي للطوابق ذات البلاطة المصمتة :**

- وزن البلاطة المصمتة

$$0.13 \times 2500 = 325\ Kg/m^2$$

وبقية الأوزان تؤخذ مثل الهوردي .

وبما أن تأثير الزيادة من القواطع المحيطية على متوسط الأحمال لمساحة المسقط يعد بسيطاً , فسيتم إهمالها . وبذلك يكون الحمل الموزع على المتر المربع من المسقط الأفقي بالنسبة لبلاطة الهوردي مساوياً $1040\ Kg/m^2$ أي $1.04\ t/m^2$.

وبالنسبة للبلاطة المصمتة $0.925\ t/m^2$.

حساب خواص المبنى اللازمة لمقاومة الزلازل :

سنفترض مبدئياً أن جدران القص ستقاوم كامل أحمال الزلازل . وبذلك يمكن إهمال تأثير الإطارات في تعيين مركز القساوة . وسنعين مركز القساوة من أجل جدران القص فقط .

ونفترض أيضاً أن توزع الأحمال منتظم , وبذلك يكون مركز ثقل الأوزان منطبقاً على المركز الهندسي للمسقط .

- **تعيين وزن المبنى :**

مساحة جميع المناور في المبنى = $30\ m^2$.

المساحة الصافية للطوابق المتكررة =$546\ m^2$.

المساحة الصافية لكل من الطابق الأرضي والقبو = $440\ m^2$.

تكون أوزان الطوابق بالجدول التالي :

الطابق	المساحة m^2	الوزن t
9	546	578
8	546	578
7	546	578
6	546	578
5	546	578
4	546	578
3	546	578
2	546	578
1	546	578
الأرضي	430	447
القبو	430	400

والوزن الكلي للمبنى يساوي $6048\ t$.

حساب الأحمال الزلزالية :

1- علاقات حساب قوة القص القاعدي التصميمي :

يحدد القص القاعدي التصميمي الكلي في اتجاه ما بالعلاقة التالية:

$$V = \frac{Cv.I}{R.T}.W$$

وبحيث لا يتجاوز القص القاعدي التصميمي الكلي القيمة:

$$Vmax = \frac{2{,}5.Ca.I}{R}.W$$

وبحيث لا يقل القص القاعدي الكلي التصميمي عن :

$$Vmin = 0{,}11.Ca.I.W$$

Cv, Ca : معاملين زلزاليين يعطيان بالجدولين (3-9) و (3-10) في ملحق الزلازل ، يتعلقان بكل من معامل المنطقة الزلزالية Z ونوع مقطع التربة S .

$$\binom{Z=0{,}25}{SB} \rightarrow Ca = Cv = 0{,}25$$

I : معامل أهمية المنشأة زلزالياً ويعطى بالجدول (3-3) في ملحق الزلازل I = 1 .

R : معامل تخفيض القوة الزلزالية ، ويمثل المقاومة الزائدة الناتجة عن صلابة (أو مطاوعة) الجملة المقاومة للزلازل ويعطى بالجدول (3-6) أو الجدول (3-8) R = 4.5 .

W : الحمل الميت (وزن المنشأ) الذي يدخل في حساب القوة الزلزالية $W = 6048\ ton$.

T : الفترة الأساسية للمنشأة (الدور الأساسي للمنشأة).

2- تحديد قيمة الدور الأساسي للمنشأ :

تحدد قيمة T (الفترة الأساسية لاهتزاز المنشأة) بإحدى الطريقتين التاليتين:

أ- الطريقة (A): تحسب قيمة T بشكل تقريبي لكافة المباني من العلاقة:

$$T = Ct(hn)^{3/4}$$

حيث $Ct = 0.0488$ اعتماداً على الملحق 2 للكود.

hn (مقدرة بالمتر) هي الارتفاع حتى المنسوب n وتساوي $hn = 35{,}5\ m$.

$$T = Ct.(hn)^{3/4} = 0.0488.(35.5)^{3/4} = 0.71\ sec$$

ب- الطريقة (B) : طريقة ريلاي الدقيقة المشروحة في الملحق ...

يجب أن لا تتجاوز قيمة (T) المحسوبة بالطريقة B أكثر من (30%) من قيمتها المحسوبة بالطريقة (A) في المنطقة الزلزالية الرابعة و (40%) في باقي المناطق، على أنه يسمح باعتماد القيمة المحسوبة لـ (T) (بالطريقة B) دون تخفيض، عند حساب الإزاحات والانتقالات .

3- حساب قوة القص القاعدي :

$$Vmin = 0.11 \times 0.25 \times 1 \times 6048 = 166.32\ ton$$

$$V = \frac{0.25\times1}{4.5\times0.71} \times 6048 = 474\ ton$$

$$Vmax = \frac{2.5\times0.25\times1}{4.5} \times 6048 = 840\ ton$$

وبما أنا الدور أكبر من 0.7 وبالتالي يوجد قوة Ft مركزة في أعلى المنشأ تحسب بالعلاقة :

$$Ft = 0{,}07.T.V \leq 0{,}25.V$$

$Ft = 23.26\ ton$ ok.

توزيع قوة القص على كامل ارتفاع المبنى :

1- حساب قوى القص في الطوابق :

تحسب القوى في الطوابق من العلاقة التالية :

$$Fx = \frac{(V-Ft).Wx.hx}{\sum Wi.hi}$$

حيث x هو منسوب الطابق المدروس .

الجدول التالي يبين التوزيع :

Story	*x*	*wi*	*Fi*
9	35.5	578	76.41
8	32.25	578	69.42
7	29	578	62.42
6	25.75	578	55.43
5	22.5	578	48.43
4	19.25	578	41.43
3	16	578	34.44
2	12.75	578	27.44
1	9.5	578	20.45
الأرضي	6.25	447	10.40
القبو	3	400	4.47
	Wi.hi =121039		

2- إعادة حساب الدور بطريقة ريلي :

نقوم باستخدام برنامج Etabs 9.6 للحصول على انتقالات الطوابق تحت تأثير القوى الموزعة المحسوبة بالطريقة التقريبية , وبالتالي تكون الانتقالات :

Story	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(mm)	1	3	6	11	15	19	24	29	34	39	43

و يكون الدور من علاقة ريلي :

$$T = 2\pi.\sqrt{\frac{\sum wi.\delta_i^2}{g.\sum fi.\delta i}}$$

ننظم الجدول التالي :

Story	Wi (t)	δi (mm)	Fi (t)	$Wi.\delta i^2$	$fi.\delta i$
11	578	43	76.41	1068.722	3285.63
10	578	39	69.42	879.138	2707.38
9	578	34	62.42	668.168	2122.28
8	578	29	55.43	486.098	1607.47
7	578	24	48.43	332.928	1162.32
6	578	19	41.43	208.658	787.17
5	578	15	34.44	130.05	516.6
4	578	11	27.44	69.938	301.84
3	578	6	20.45	20.808	122.7
2	447	3	10.40	4.023	31.2
1	400	1	4.47	0.4	4.47
Σ				3868.931	12649.06

وتكون قيمة الدور : $T = 1,365\ sec$ وهي أكبر من القيمة التي اعتمدناها في التصميم لذا سوف نقوم بتصعيد الدور الذي حصلنا عليه من الطريقة التقريبية بمقدار 40% ونعيد الحسابات .

$$T = 1,4\ .0,71 = 0,994\ sec$$

$$V = \frac{0,25\ .1}{4,5\ .0,994}.6048 = 338\ ton$$

$$Ft = 0,07\ T.V = 23.52\ ton$$

يبين الجدول التالي التوزيع الشاقولي للقص القاعدي وفق كل اتجاه :

Story	Fx (ton)	Ecc=+5% Mz	Ecc=-5% Mz	Fy	Ecc=+5% Mz	Ecc=-5% Mz
11	68.95	-42.099	42.004	68.95	91.695	-92.48
10	45.88	-27.572	27.545	45.88	60.09	-60.61
9	41.26	-24.794	24.769	41.26	54.034	-54.502
8	36.63	-22.015	21.993	36.63	47.979	-48.394
7	32.01	-19.236	19.218	32.01	41.923	-42.286
6	27.38	-16.458	16.442	27.38	35.868	-36.178
5	22.76	-13.679	13.666	22.76	29.812	-30.07
4	18.14	-10.901	10.89	18.14	23.756	-23.962
3	13.51	-8.122	8.114	13.51	17.701	-17.854
2	7.56	-3.727	3.747	7.56	8.731	-8.873
1	3.55	-1.788	1.773	3.55	4.184	-4.203

3- التوزيع الأفقي لقوة القص القاعدي ضمن الطابق الواحد :

نعتمد طريقة مبسطة لتوزيع القوى على الجدران نتيجة تعرض المسقط بالحالة العامة إلى قوة F_x باتجاه x و F_y بالاتجاه y ، وذلك بفرض أن قساوة البلاطات كبيرة جداً ضمن مستواها (ديافرامات) .

I- تحدد إحداثيات مركز القساوة للمسقط المدروس بالنسبة لمحاور إحداثيات عامة اختيارية وفق العلاقتين:

$$X_{cr} = \frac{\sum_{j=1}^{m} X_j . K_{X.J}}{\sum_{j=1}^{m} K_{X.J}} \quad , \quad Y_{cr} = \frac{\sum_{j=1}^{m} Y_j . K_{Y.J}}{\sum_{j=1}^{m} K_{Y.J}}$$

حيث :

Y_j, X_j: إحداثيات مركز قساوة الجدار j .

$K_{X,J}$: قساوة الجدار j في الاتجاه x، أي القوة اللازمة لإحداث واحدة الانتقالات للجدار j في الاتجاه x فيما لو كان يعمل وحده.

K_{yj} : قساوة الجدار j في الاتجاه y، أي القوة اللازمة إحداث واحدة الانتقالات للجدار j في الاتجاه y، فيما لو كان يعمل وحده.

m : عدد عناصر (أو جمل) المنشأة المقاومة للقوى الأفقية.

II- تحدد إحداثيات مراكز قساوة العناصر (أو الجمل) بالنسبة لمركز قساوة (صلابة) المسقط. وهي Y_i , X_j .

III- يحدد البعد $\overline{Xc}$ لمحصلة القوى V_y عن مركز القساوة (الصلابة).

IV- يحدد البعد $\overline{Yc}$ لمحصلة القوى V_x عن مركز القساوة (الصلابة) .

V- يحدد عزم اللي M_t حول محور رأسي مركز القساوة (الجساءة) وهو يمثل M_z في الجدول السابق.

$$M_t = V_y . \overline{X}c - V_x \overline{Y}c.$$

VI- تحسب القوى الناتجة في الجدار j بالاتجاهين، من العلاقة:

$$F_{Y.j} = \frac{K_{y.j}}{\sum K_{y.j}} . V_y + \frac{K_{y.j}.X_j}{\sum(K_{y.j}.\overline{X_j^2}+K_{x.j}.\overline{Y_j^2})} . M_t$$
$$F_{X.j} = \frac{K_{X.j}}{\sum K_{X.j}} . V_X + \frac{K_{X.j}.Y_j}{\sum(K_{y.j}.\overline{X_j^2}+K_{x.j}.\overline{Y_j^2})} . M_t$$

- بما أن توزع الجدران والأحمال في المسقط الأفقي للمبنى متناظر , فإن مركز الثقل ينطبق على مركز الصلابة , وبالتالي لا يوجد لامركزية .

ولكننا ندرس بافتراض وجود اللامركزية الطارئة , والتي تساوي 5% من طول المبنى بالاتجاه المدروس . وهذه اللامركزية تدخل بحساب عزم الفتل M بإشارتين متعاكستين وللاتجاهين .

لذا نكون أمام أربع حالات لقوى الزلازل .

- نستخدم برنامج Etabs 9.6.0 للحصول على القيم العظمى للقوة الناتجة في الجدران نتيجة تطبيق القوى الزلزالية وفق التراكيب المذكورة سابقاً . والتي عددها 12+2 تركيب وهي مبينة بالجدول :

التركيب	اسم التركيب
$1.325D + E_{x1} + 0.5L$	EQ1
$1.325D + E_{x2} + 0.5L$	EQ2
$1.325D + E_{y1} + 0.5L$	EQ3
$1.325D + E_{y2} + 0.5L$	EQ4
$1.025D + E_{x1}$	EQ5
$1.025D - E_{x1}$	EQ6
$1.025D + E_{x2}$	EQ7
$1.025D - E_{x2}$	EQ8
$1.025D + E_{y1}$	EQ9
$1.025D - E_{y1}$	EQ10
$1.025D + E_{y2}$	EQ11
$1.025D - E_{y2}$	EQ12
1.8L+1.5D	ULT
0.8(1.8L+1.5D)	N

حيث :

E_{x1} : القوة الزلزالية المؤثرة بالاتجاه x مع وجود لامركزية $+5\%$.

E_{x2} : القوة الزلزالية المؤثرة بالاتجاه x مع وجود لامركزية -5% .

E_{y1} : القوة الزلزالية المؤثرة بالاتجاه y مع وجود لامركزية $+5\%$.

E_{y2} : القوة الزلزالية المؤثرة بالاتجاه y مع وجود لامركزية -5% .

N : التركيب الأخير يستخدم لحساب القوة الناظمية المؤثرة على الجدران بوجود الزلازل .

- أبعاد الجدران مبينة بالجدول التالي :

الجدار	الطول m	السماكة cm
P1,P9,P29,P32	2.8	20
P2,P8,P30,P31	3.55	20
P3,P7,P24,P28	1.7	15
P4,P6,P25,P27	1.6	15
P5,P26	1.9	15
P10,P12,P18,P20	4.3	20
P11,P19	4.8	20
P16,P17	5.4	20

سوف نقوم بتصميم الجدران كل ثلاث طوابق .. وبذلك سيكون لدينا أربع مستويات أو مناسيب للحساب عندها , وهي منسوب أرضية القبو , أرضية الطابق الثاني , أرضية الطابق الخامس , وأرضية الطابق الثامن .

وبالتالي تكون القوى المؤثرة على الجدران (القوى مقدرة بالطن , والعزوم بالـ طن.م) :

منسوب أرضية القبو				
اسم الجدار	Vmax	التركيب في حساب V	عزم Mmax الانقلاب	Nu
p1	18	EQ12	118	278
p2	20	EQ6	155	322
p3	15	EQ12	24	110
p4	11	EQ6	21	96
p5	18	EQ12	29	116
p6	11	EQ8	21	96
p7	17	EQ4	28	117
p8	20	EQ8	155	323
p9	18	EQ4	118	278
p10	60	EQ6	506	350
p11	113	EQ4	515	413
p12	60	EQ8	506	350
p13	10	EQ2	43	95
p14	11	EQ4	26	86
p15	10	EQ1	43	95
p16	55	EQ4	566	455
p17	54	EQ12	566	455
p18	60	EQ1	506	350
p19	113	EQ3	515	413
p20	60	EQ2	506	350
p21	10	EQ8	43	95
p22	11	EQ3	26	86
p23	10	EQ6	43	95
p24	15	EQ10	24	110
p25	11	EQ1	21	96
p26	18	EQ10	29	116
p27	11	EQ2	21	96
p28	17	EQ3	28	117
p29	18	EQ10	118	278
p30	20	EQ1	155	322
p31	20	EQ2	155	323
p32	18	EQ3	118	278

منسوب أرضية الطابق الثاني			
اسم الجدار	Vmax	Mmax عزم الانقلاب	Nu
p1	12	55	216
p2	18	74	243
p3	16	16	84
p4	14	13	73
p5	21	22	87
p6	14	13	74
p7	19	19	90
p8	17	74	244
p9	13	55	218
p10	63	262	253
p11	98	315	305
p12	63	262	255
p13	4	16	69
p14	5	11	64
p15	4	16	69
p16	22	243	338
p17	22	243	338
p18	63	262	253
p19	98	315	305
p20	63	262	255
p21	4	16	69
p22	5	11	64
p23	4	16	69
p24	16	16	84
p25	14	13	73
p26	21	22	87
p27	14	13	74
p28	19	19	90
p29	12	55	216
p30	18	74	243
p31	17	74	244
p32	13	55	218

منسوب أرضية الطابق الخامس			
اسم الجدار	Vmax	Mmax عزم الانقلاب	Nu
p1	11	28	138
p2	16	33	152
p3	13	10	55
p4	10	10	47
p5	15	14	54
p6	10	10	47
p7	13	10	55
p8	16	33	152
p9	11	28	138
p10	47	92	159
p11	72	144	193
p12	47	92	159
p13	3	4	43
p14	3	5	40
p15	3	4	43
p16	17	96	213
p17	17	96	213
p18	47	92	159
p19	72	144	193
p20	47	92	159
p21	3	4	43
p22	3	5	40
p23	3	4	43
p24	13	10	55
p25	10	10	47
p26	15	14	54
p27	10	10	47
p28	13	10	55
p29	11	28	138
p30	16	33	152
p31	16	33	152
p32	11	28	138

منسوب أرضية الطابق الثامن			
اسم الجدار	Vmax	Mmax عزم الانقلاب	Nu
p1	8	11	55
p2	12	14	62
p3	10	7	25
p4	7	5	20
p5	7	6	21
p6	7	5	20
p7	10	7	25
p8	12	14	62
p9	8	11	55
p10	22	16	63
p11	35	35	79
p12	22	16	63
p13	1	3	17
p14	1	1	17
p15	1	3	17
p16	9	8	86
p17	9	8	86
p18	22	16	63
p19	35	35	79
p20	22	16	63
p21	1	3	17
p22	1	1	17
p23	1	3	17
p24	10	7	25
p25	7	5	20
p26	7	6	21
p27	7	5	20
p28	10	7	25
p29	8	11	55
p30	12	14	62
p31	12	14	62
p32	8	11	55

تحقيق السهم الأفقي الأعظمي :

نقوم بإعادة تحليل المنشأ باستخدام برنامج ETABS ولكن نقوم بتعديل قيمة الدور حيث نعتمد الدور الذي نتج بالتحليل الديناميكي كما هو .

أولاً الاتجاه (X) : إن قيمة السهم الأفقي الأعظمي هي 45 mm في ذروة المنشأ وناتج عن التركيب EQ1 .

ثانياً الاتجاه (Y) : إن قيمة السهم الأفقي الأعظمي هي 39 mm في ذروة المبنى وناتج عن التركيب EQ9 .

أما السهم المسموح فهو :

$$\bar{\delta} = \frac{H}{360} = \frac{35.5\times1000}{360} = 98\ mm$$

وبالتالي فإن السهم محقق في الاتجاهين (X,Y) .

تحقيق الإزاحة الطابقية المرنة Δ_s :

يجب ألا تتعدى الإزاحات الطابقية الأفقية النسبية النسبة $1/240$ من ارتفاع الطابق وذلك في حالة كون الإكساءات من النوع اللين الذي يمكنه التشوه أفقياً دون تشقق أما في حال الإكساءات الخاصة التي تتأثر بالإزاحات الأفقية فيجب ألا تتعدى النسبة $1/360$ من ارتفاع الطابق.

أولاً الاتجاه (Y) : إن أكبر قيمة لفرق الانتقال المرن Δ_S في المنشأة والمأخوذة من التحليل الزلزالي للمبنى هي بين الطابقين العاشر والحادي عشر(المتكرر8 والمتكرر 9) حيث:

$$\begin{cases}\delta_{11} = 39\ mm \\ \delta_{11} = 34\ mm\end{cases} \Rightarrow 0{,}7 \times (39 - 34) = 3{,}5\ mm < \frac{3.25\times1000}{360} = 9\ mm$$

وبالتالي الإزاحة الطابقية المرنة النسبية محققة وفق الاتجاه Y .

ثانياً الاتجاه (X) : إن أكبر قيمة لفرق الانتقال المرن Δ_S في المنشأة والمأخوذة من التحليل الزلزالي للمبنى هي بين الطابقين الثامن والتاسع(المتكرر6 والمتكرر7) حيث:

$$\begin{cases}\delta_{11} = 35\ mm \\ \delta_{11} = 30\ mm\end{cases} \Rightarrow 0{,}7 \times (35 - 30) = 3{,}5\ mm < \frac{3.25\times1000}{360} = 9\ mm$$

وبالتالي الإزاحة الطابقية المرنة النسبية محققة وفق الاتجاه X .

تحقيق الإزاحة الطابقية اللدنة Δm :

يجب حساب الإزاحة الأفقية الأعظمية الناتجة عن الاستجابة اللامرنة (اللدنة) Δm للمنشأة من جراء الهزة التصميمية الأساسية بالعلاقة التالية:

$$\Delta m = 0,7.R.\Delta s$$

حيث R : معامل الجملة الإنشائية المحدد سابقاً $R = 4.5$.

تعطى القيمة الأعظمية المسموحة بإحدى العلاقتين التاليتين وفقاً لدور المنشأة:

عندما $T < 0.7\sec \Leftarrow \Delta_{al} = 0.025 \cdot h_n$

عندما $T \geq 0.7\sec \Leftarrow \Delta_{al} = 0.020 \cdot h_n$

حيث h_n : الارتفاع الطابقي .

في حالتنا لدينا الدور أكبر من 0,7 وبالتالي :

$$\Delta_{al} = 0.02.hn = 65\ mm$$

أولاً الاتجاه (X):

$$0.7 \times \Delta s \times R = 3.5 \times 4.5 = 15.75\ mm < 65\ mm\ ok$$

ثانياً الاتجاه (Y):

$$0.7 \times \Delta s \times R = 3.5 \times 4.5 = 15.75\ mm < 65\ mm\ ok$$

وبالتالي الإزاحة الطابقية اللدنة النسبية محققة وفق الاتجاهين .

تصميم جدران القص :

ندرس كمثال عن الجدران الجدار P19, طول الجدار 4.8 m و سماكته 20 cm القوى المطبقة على الجدار هي كالتالي :

الطابق	الحمولة الناظمية Nu (ton)	عزم الانقلاب Mu (ton.m)	قوة القص Vu (ton)
أرضية القبو	413	515	113
أرضية الثاني	305	315	98
أرضية الخامس	193	144	72
أرضية الثامن	79	35	35

الجدار معرض لحمولة ناظمية وعزم انحناء أي معرض لضغط لا مركزي , ويلزم تصميم المقطع العرضي للجدار اعتماداً على منحنى الترابط .

وبشكل عام يوجد حالتين بالنسبة للتسليح في جدران القص وهما :

- حالة قطاع مسلح بتسليح موزع على محيطه , ويستعمل في هذه الحالة العلاقتان (9.19) و (9.20) في الصفحة 216 من الكود العربي السوري .
- حالة قطاع مسلح بتسليح متوضع على طرفي القطاع , ويستعمل في هذه الحالة العلاقتان (9.21) و (9.22) في الصفحة 218 من الكود العربي السوري .

وبسبب توفر منحنيات الترابط التي تعتمد على العلاقتين (9.19) و (9.20) – أي حالة وجود التسليح بطرفي القطاع فقط – فيمكن اعتمادها للتسهيل , علماً أن ذلك من صالح الأمان . وهنا سنستعمل منحنيات الترابط للحالة $\frac{d}{h} = 0.9$.

من أجل معرفة قيمة معامل تخفيض المقاومة Ω , نطبق العلاقة الواردة في البند (6-3-3) من الكود العربي السوري وهي كالتالي :

$$0.9 \geq \Omega = 0.9 - 0.5\left(\frac{\mathrm{Nu}}{\mathrm{Nc}} - 0.1\right) \geq 0.7$$

Nu : قوة الضغط الحدية المطبقة على المقطع الخرساني .

Nc : المقاومة الحدية للمقطع الخرساني لوحده وتساوي $0{,}85.f'c.Ac$.

- نحسب التسليح عند أرضية القبو :

$$Nu = 413\ ton\ \ ,Mu = 515\ ton.m$$
$$\frac{Nu}{Nc} = 0.202 \rightarrow \Omega = 0.8$$
$$\frac{Nu}{\Omega.f'c.b.h} = 0.215\ \ ,\ \ \frac{Mu}{\Omega.f'c.b.h^2} = 0.056$$
$$\mu.m = 0$$

أي أن تسليح الحد الأدنى مقبول , وبما أن القوة تتناقص نحو الأعلى يكون تسليح الحد الأدنى هو المقبول في جميع الطوابق للجدار *P19* .

نختار سماكة العمود المخفي 50 cm وباعتبار نسبة التسليح الدنيا هي 1% بالتالي يكون التسليح في العمود المخفي :

$$0.01 \times 500 \times 200 = 1000\ mm^2 \ \equiv 6T16$$

ونختار أسوارة ودبوس *Ø8* **.**

- تكون ترتيبات التسليح موافقة لما هو مذكور في ترتيبات التسليح في الجدران المسلحة الحاملة من الكود الأساسي صفحة 130 . ويراعى وضع الحديد الأفقي للجدران من الخارج والشاقولي من الداخل .
- لا يزيد التباعد بين القضبان الشاقولية على ضعف سماكة الجدار , ولا على *250 mm* . أما الأفقي فلا يزيد التباعد عن *250 mm* ولا يزيد عن 15 مرة أصغر قطر للتسليح الشاقولي لذا نختار التسليح الشاقولي 5T12/m' **.**

- **تسليح الجدار على القص :**

قوة القص التي يتعرض لها الجدار تساوي 1130 KN .

نحسب إجهاد القص الحدي :

$$\tau u = \frac{Vu}{0.85\,.bw.d} = 1.45\ MPa$$

نحسب إجهاد القص الذي تقاومه الخرسانة بالعلاقة :

$$\tau c = 0.23.\sqrt{f'c} = 1.15 < tu$$

وبالتالي نحتاج إلى تسليح قص حسابي .

نحسب الإجهاد المماسي الأعظمي المسموح :

$$\tau umax = 0.65.\sqrt{f'c} = 3.25\ MPa$$

تكون قيمة تسليح القص الحسابي :

$$Ast = \frac{(tu - \tau co)}{fy}.bw.S$$

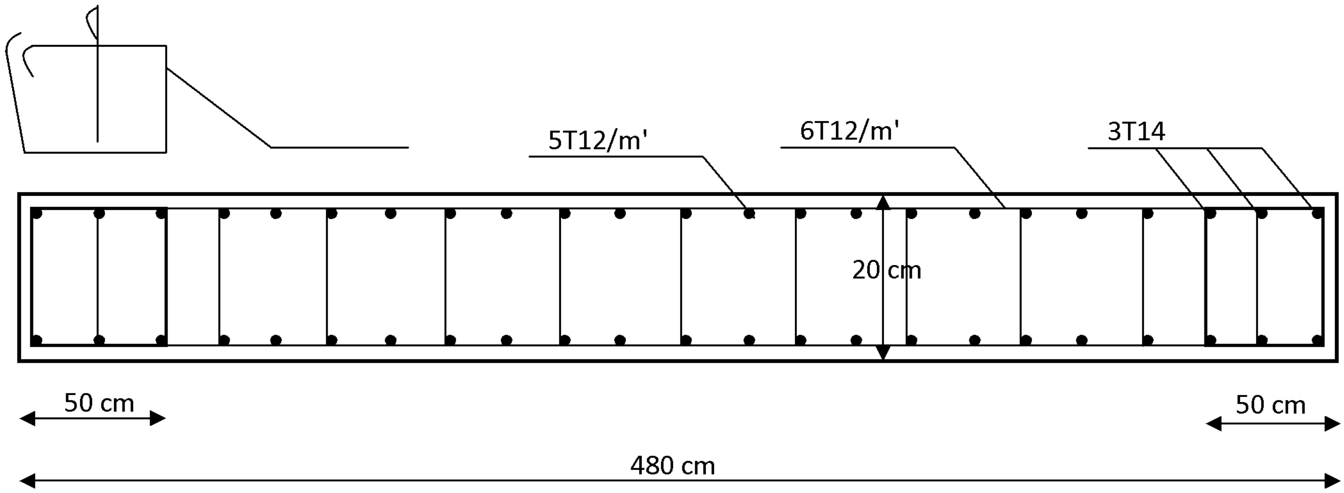
$$\tau co = 0.7\ \times \tau c = 0.805$$

نختار التباعد S = 20 cm **.**

$$Ast = \frac{(1.45 - 0.805)}{400} \times 200 \times 200 = 64\ \mathrm{mm}$$

نختار $6T12/m$ **.**

ويبين الشكل التالي تفريد التسليح في الجدار :



ويبين الجدول التالي تسليح جدران القص عند منسوب أرضية القبو مع ملاحظة أننا سوف نحتاج تسليح إنشائي فقط من منسوب الطابق الثاني إلى الأعلى .. لذا يؤخذ نفس التسليح عند الطابق الثاني في بقية الطوابق :

الجدار	أبعاد الجدار		العنصر الطرفي		Mu	Nu	تسليح	تسليح	القضبان
	t (cm)	L (m)	B (cm)	l (cm)	(ton.m)	(ton)	الطرفي	الوسطي	الأفقية
p1	20	2.8	20	50	278	118	6T22	5T12	6T12
p2	20	3.55	20	50	322	155	6T24	5T12	6T12
p3	15	1.7	15	40	110	24	6T20	5T12	6T12
p4	15	1.6	15	40	96	21	6T20	5T12	6T12
p5	15	1.9	15	40	116	29	6T20	5T12	6T12
p6	15	1.6	15	40	96	21	6T20	5T12	6T12
p7	15	1.7	15	40	117	28	6T20	5T12	6T12
p8	20	3.55	20	50	322	155	6T24	5T12	6T12
p9	20	2.8	20	50	278	118	6T22	5T12	6T12
p10	20	4.3	20	60	350	506	8T24	5T12	6T12
p11	20	4.8	20	40	413	515	6T16	5T12	6T12
p12	20	4.3	20	60	350	506	8T24	5T12	6T12
p13	15	2	15	40	95	43	6T16	5T12	6T12
p14	15	1.6	15	40	86	26	6T18	5T12	6T12
p15	15	2	15	40	95	43	6T16	5T12	6T12
p16	20	5.4	20	60	455	566	8T26	5T12	6T12
p17	20	5.4	20	90	455	566	8T26	5T12	6T12
p18	20	4.3	20	90	350	506	8T24	5T12	6T12
p19	20	4.8	20	50	413	515	6T16	5T12	6T12
p20	20	4.3	20	60	350	506	8T24	5T12	6T12
p21	15	2	15	40	95	43	6T16	5T12	6T12
p22	15	1.6	15	40	86	26	6T18	5T12	6T12
p23	15	2	15	40	95	43	6T16	5T12	6T12
p24	15	1.7	15	40	110	24	6T20	5T12	6T12
p25	15	1.6	15	40	96	21	6T20	5T12	6T12
p26	15	1.9	15	40	116	29	6T20	5T12	6T12
p27	15	1.6	15	40	96	21	6T20	5T12	6T12
p28	15	1.7	15	40	117	28	6T20	5T12	6T12
p29	20	2.8	20	50	278	118	6T22	5T12	6T12
p30	20	3.55	20	50	322	155	6T24	5T12	6T12
p31	20	3.55	20	50	322	155	6T24	5T12	6T12
p32	20	2.8	20	50	278	118	6T22	5T12	6T12

ويبين الجدول التالي تسليح جدران القص عند منسوب أرضية الطابق الثاني :

الجدار	أبعاد الجدار		العنصر الطرفي		Mu	Nu	تسليح	تسليح	القضبان
	t (cm)	*L (m)*	*B (cm)*	*l (cm)*	(ton.m)	(ton)	الطرفي	الوسطي	الأفقية
p1	20	2.8	20	50	55	216	6T14	5T12	6T12
p2	20	3.55	20	50	74	243	6T14	5T12	6T12
p3	15	1.7	15	40	16	84	6T12	5T12	6T12
p4	15	1.6	15	40	13	73	6T12	5T12	6T12
p5	15	1.9	15	40	22	87	6T12	5T12	6T12
p6	15	1.6	15	40	13	74	6T12	5T12	6T12
p7	15	1.7	15	40	19	90	6T12	5T12	6T12
p8	20	3.55	20	50	74	244	6T14	5T12	6T12
p9	20	2.8	20	50	55	218	6T14	5T12	6T12
p10	20	4.3	20	60	262	253	6T16	5T12	6T12
p11	20	4.8	20	40	315	305	6T14	5T12	6T12
p12	20	4.3	20	60	262	255	6T16	5T12	6T12
p13	15	2	15	40	16	69	6T12	5T12	6T12
p14	15	1.6	15	40	11	64	6T12	5T12	6T12
p15	15	2	15	40	16	69	6T12	5T12	6T12
p16	20	5.4	20	60	243	338	6T16	5T12	6T12
p17	20	5.4	20	90	243	338	6T20	5T12	6T12
p18	20	4.3	20	90	262	253	6T20	5T12	6T12
p19	20	4.8	20	50	315	305	6T14	5T12	6T12
p20	20	4.3	20	60	262	255	6T16	5T12	6T12
p21	15	2	15	40	16	69	6T12	5T12	6T12
p22	15	1.6	15	40	11	64	6T12	5T12	6T12
p23	15	2	15	40	16	69	6T12	5T12	6T12
p24	15	1.7	15	40	16	84	6T12	5T12	6T12
p25	15	1.6	15	40	13	73	6T12	5T12	6T12
p26	15	1.9	15	40	22	87	6T12	5T12	6T12
p27	15	1.6	15	40	13	74	6T12	5T12	6T12
p28	15	1.7	15	40	19	90	6T12	5T12	6T12
p29	20	2.8	20	50	55	216	6T14	5T12	6T12
p30	20	3.55	20	50	74	243	6T14	5T12	6T12
p31	20	3.55	20	50	74	244	6T14	5T12	6T12
p32	20	2.8	20	50	55	218	6T14	5T12	6T12